

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1920-1921.

N° 7.

LES EAUX EN CHAMPAGNE DÉVASTÉE

Étude géologique, chimique et bactériologique

THÈSE

pour l'Obtention du Diplôme
de

Docteur de l'Université de Paris (Pharmacie)

présentée et soutenue le 1921

PAR

M. Félix LEYSSENNE

Pharmacien de 1^{re} classe

Directeur du Laboratoire d'Hygiène de la Marne

Inspecteur d'Hygiène

JURY

MM. RADAIS, *Président.*

DELEPINE, *Professeur.*

LUTZ, *Agrégé.*

IMPRIMERIE CLAUDE HELLUY

12, RUE ROBERT-DE-COUCY, 12

REIMS

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1920-1921.

N° 7.

LES EAUX EN CHAMPAGNE DÉVASTÉE

Étude géologique, chimique et bactériologique

THÈSE

pour l'Obtention du Diplôme
de

Docteur de l'Université de Paris (Pharmacie)

présentée et soutenue le 1921

PAR

M. Félix LEYSSENNE

Pharmacien de 1^{re} classe

Directeur du Laboratoire d'Hygiène de la Marne
Inspecteur d'Hygiène

JURY { MM. RADAIS, *Président.*
DELEPINE, *Professeur.*
LUTZ, *Agrégé.*

IMPRIMERIE CLAUDE HELLUY
12, RUE ROBERT-DE-COUCY, 12
REIMS



Personnel de la Faculté de Pharmacie

ADMINISTRATION

MM. H. GAUTIER, *Directeur*, O. ✱, 🍀 I.
BOURQUELOT, *Assesseur*, ✱, 🍀 I.
G. DURSENT, *Secrétaire*, ✱, 🍀 I.

PROFESSEURS

MM. GUIGNARD, Membre de l'Institut, C. ✱, 🍀 I.	Botanique générale.
VILLIERS, ✱, 🍀 I.	Chimie analytique.
N.....	Pharmacie galénique.
H. GAUTIER, O. ✱, 🍀 I.	Chimie minérale.
RADAIS, ✱, 🍀 I.	Cryptogamie.
BÉHAL, Membre de l'Institut, C. ✱, 🍀 I.	Chimie organique.
PERROT, O. ✱, 🍀 I.	Matière médicale.
COUTIÈRE, ✱, 🍀 I.	Zoologie.
BERTHELOT, Membre de l'Institut, 🍀 I.	Physique.
GRIMBERT, ✱, 🍀 I.	Chimie biologique.
LEBEAU, O. ✱, 🍀 I.	Pharmacie chimique.
DELÉPINE, ✱, 🍀 I.	Hydrologie et Hygiène.
GUERBET, 🍀 I.	Toxicologie.

Directeur honoraire : M. GUIGNARD, C. ✱, 🍀 I.

Professeur honoraire : M. MOUREU, O. ✱, 🍀 I.

CHARGÉS DE COURS

MM. TASSILLY, ✱, 🍀 I.	Minéralogie.
MARC HONNORAT, ✱, 🍀 I.	Législation et Déontologie pharmaceutiques.
LUTZ, 🍀 I.	Cryptogamie.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. BOUGAULT, 🍀 I.	MM. TASSILLY, ✱, 🍀 I.	MM. GORIS, ✱, 🍀 I.
SOMMELET, 🍀 I.	GUÉRIN, 🍀 I.	LAUNOY, 🍀 I.
DAMIENS, 🍀 I.	LUTZ, 🍀 I.	HÉRISSEY, ✱, 🍀 I.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ, ✱, 🍀 I.	Chimie générale.
COUSIN, 🍀 I.	Chimie analytique.
SOUÈGES, 🍀 A.	Micrographie.
LEROUX, 🍀 I.	Physique.
DEVAL, 🍀 I.	Microbiologie.
JAVILLIER, ✱, 🍀 I.	Travaux généraux de 4 ^e année.

Chef du Laboratoire des Examens pratiques : M. JAVILLIER, ✱, 🍀 I.

Bibliothécaire en Chef : M. DORVEAUX, 🍀 I.

MEIS ET AMICIS

A LA MÉMOIRE DE CEUX QUI SONT MORTS.

A L'AFFECTION DE CEUX QUI RESTENT.

INTRODUCTION

Ce travail est le résultat de nos études géologiques, chimiques et bactériologiques sur la potabilité des eaux en Champagne dévastée ; il a été effectué en grande partie à REIMS au milieu des ruines de la grande cité martyre.

Avec l'autorité de sa compétence indiscutée, le grand spéléologue F. A. MARTEL disait : « Dans la région nord-est de la France, transformée en champ de bataille, il n'y a pas, de Paris aux Vosges, aux Ardennes et à la mer du Nord, une seule portion de territoire que l'on puisse considérer, sur une grande étendue, comme affranchie des risques de contamination des eaux souterraines ».

M. le Ministre des Régions Libérées, appréciant l'importance primordiale des eaux d'alimentation créait dans chaque département dévasté, un *Laboratoire d'Hygiène*, spécialement chargé de l'analyse systématique et répétée de tous les points d'eau (sources, fontaines, puits etc...) suspects d'avoir été souillés.

La surveillance incessante et rigoureuse de la nappe aquifère devenait d'autant plus nécessaire que, dans les régions évacuées, la vie commençait à renaître, les cités importantes se repeuplaient, les petites villes, les villages et les fermes voyaient revenir leurs anciens habitants.

Il convenait d'autant plus d'éviter les épidémies et les dangers provenant de la pollution des eaux que ces populations si intéressantes, ayant beaucoup souffert, devaient vivre encore dans des conditions plus pénibles et plus précaires.

Nous avons accepté cette tâche pour le département de la Marne, comprenant un certain nombre de secteurs où nous avons effectué ce genre de recherches pendant la guerre, soit avec le premier corps d'armée colonial, soit avec le 71^e bataillon de chasseurs à pied.

La région, qui a été l'objet de nos études, ne se trouve pas entièrement en Champagne proprement dite ; elle comprend la partie Nord-Ouest, Nord et Nord-Est du département de la Marne, ayant eu à subir l'occupation ennemie ou à souffrir des atteintes de la guerre. Elle est jalonnée par un certain nombre de points dont les noms sont encore dans toutes les mémoires. De l'Ouest à l'Est, nous trouvons : *Dormans*, *Ville-en-Tardenois*, *Fismes*, le Sud du *Chemin des Dames*, *Berry-au-Bac*, la *Cote 108*, le *Fort de Brimont*, les *Cavaliers de Courcy*, les *Forts de Berru et de la Pompelle*, la *Ferme d'Alger*, le *Bois des Zouaves*, le *Mont Cornillet*, le *Mont-Haut*, le *Casque*, le

Téton, Moronvilliers, la Ferme Navarin, la Butte de Souain, le Trou-Bicot, Tahure, Maison-de-Champagne, Beauséjour, la Main-de-Massiges, la Butte du Mesnil, Perthes et Mesnil-les-Hurlus, La Harazée, Vienne-le-Château, le Four de Paris, la Chalade, le Claon, les Istettes, etc...

Il nous a paru que la publication des notions acquises au cours de ces recherches analytiques pouvait présenter quelque intérêt et faire l'objet d'une thèse dont les conclusions pourraient s'adjoindre aux notions d'hygiène générale qui intéressent les pharmaciens, nos confrères.

Nous avons été très sensible à l'honneur qu'a bien voulu nous faire M. le professeur RADAIS de présider cette thèse, nous lui en sommes profondément reconnaissant et lui présentons nos respectueux remerciements, ainsi qu'à M. DELEPINE, professeur d'hydrologie et d'hygiène, et M. LUTZ, agrégé en exercice, qui ont eu l'obligeance de l'assister dans la discussion de ce travail.

C'est avec une profonde gratitude que nous remercions spécialement M. le docteur LEGROUX, professeur et chef de service à l'*Institut Pasteur*, pour la grande bienveillance qu'il nous a si souvent témoignée et pour les excellents conseils qu'il nous a prodigués et que nous avons utilisés et suivis dans cet ouvrage.

Nous ne saurions oublier ici M. BRISAC, préfet de la Marne, le grand hygiéniste, ancien directeur de l'Hygiène au Ministère de l'Intérieur, qui nous a facilité notre tâche souvent ingrate et dont l'encouragement nous a permis de surmonter bien des difficultés et de poursuivre notre mission. Nous le prions de vouloir bien recevoir l'assurance de notre respectueuse reconnaissance et de notre entier dévouement, espérant que ce modeste aperçu de nos recherches de Laboratoire lui montrera que nous nous sommes efforcé de mériter la confiance qu'il nous a toujours accordée.



PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

ASPECT GÉOGRAPHIQUE DU DÉPARTEMENT DE LA MARNE

Une grande plaine à faibles ondulations couvre environ la moitié de la superficie du département de la MARNE ; au sens géologique du mot, c'est la **CHAMPAGNE** et cette dénomination appelle immédiatement l'épithète de « **pouilleuse** », s'associant contradictoirement avec le vin fameux produit par les beaux coteaux couverts de vignes qui bordent la plaine triste et dénudée.

La prospérité de REIMS provenait, avant la guerre, de sa situation à la lisière de pays si différents : des landes autrefois incultes et parcourues par de nombreux troupeaux de moutons, elle retirait la laine qui alimentait son industrie textile et les riches vignobles lui apportaient les vins renommés, connus de l'univers entier.

Cette vaste plaine, qui a donné son nom à l'ancienne province, mesure 120 kilomètres du Sud au Nord de TROYES à RETHEL, et 40 kilomètres environ de largeur des forêts de l'ARGONNE aux montagnes de REIMS et d'EPERNAY.

Autrefois de maigres champs de seigle et de sarrasin étaient seulement cultivés dans le fond des vallées, alors que les trios et les savarts où ne poussaient que de chétifs génévriers occupaient le reste du pays ; aujourd'hui le sol fertilisé s'est étendu comme une tache d'huile aux environs des villages, les surfaces cultivées se sont considérablement accrues et des pineraies ont remplacé les savarts incultes.

Toute la plaine de **CHAMPAGNE** possède un sol crayeux entièrement perméable, aussi cette contrée est sèche, aride et presque désertique en dehors des étroites vallées où les agglomérations sont confinées. La CHAMPAGNE SEPTENTRIONALE, qui se trouve dans le département de la Marne et nous intéresse spécialement, est sillonnée par la *Marne*, la *Vesle*, la *Suippe*, la *Somme* dont la direction est S.-E.-N.-O., leurs affluents de peu d'importance leur sont perpendiculaires, ces quelques cours d'eau sont indiqués par des rideaux de peupliers, qui rompent la monotonie de la plaine horizontale.

Cette Champagne crayeuse est, par un contraste qui frappe l'œil, environnée presque de tous côtés par des zones boisées, là où

l'affleurement de la craie a fait place à d'autres assises ou à des terrains superficiels moins arides.

Au Sud-Est, à l'entrée de la Marne dans le département, se trouve le PERTHOIS ; c'est une plaine d'alluvions que les courants diluviens ont nivelée jadis et qui reçoit, dans un vaste cirque, les eaux pluviales de plus de 100 kilomètres par les petites rivières qui se dirigent vers la Marne ; parmi les principales, nous citerons : l'*Orconte*, la *Saulx*, l'*Ornain*, la *Chée*, la *Vièrre*.

Le PERTHOIS est un pays fertile et humide où les cultures et les belles prairies naturelles, parsemées d'oseraies et de peupliers, révèlent le sous-sol argileux.

Au Nord du Perthois, une ligne de coteaux crayeux borde la plaine de Champagne à l'Est ; de Vanault-les-Dames à Valmy, leur direction du Sud au Nord porte le nom *Collines de la Serre*, s'inclinant à l'Ouest jusqu'au-delà de Rethel, nous trouvons les *Monts de Champagne*, à la dénomination ambitieuse, qui s'élèvent à plus de 100 mètres et même 200 mètres au-dessus de la campagne environnante et la dominant de leurs versants abrupts.

Entre les *Monts de Champagne* et les forêts de l'*Argonne* et des *Ardennes*, s'étendent les plaines du VALLAGE ; région luxuriante aux coteaux verdoyants et dont les fertiles campagnes, formées de plateaux humides et boisés, sont sillonnées par les nombreux ruisseaux, issus du terrain crayeux, qui s'écoulent vers l'Aisne.

À l'Ouest de la plaine de *Champagne* s'élève la falaise tertiaire qui se trouve divisée en trois massifs différents par les profondes vallées de la *Marne* et de la *Vesle* ; par ses affinités et son orientation, elle se rattache naturellement à la *Champagne*.

Au nord, la MONTAGNE DE SAINT-THIERRY, qui s'élève à 216 mètres au Nord-Ouest de Reims, est le prolongement naturel du *Soissonnais* et se rapproche surtout du vignoble par ses pentes, dernières assises du massif, qui donnent d'excellents vins, connus sous le nom de « *Petite Montagne* », ses dépôts sableux alimentent les verreries.

Au Centre, la MONTAGNE DE REIMS apparaît à l'horizon et le barre par une ligne de coteaux couronnés de bois, c'est un vaste plateau boisé dépendant du bassin de Paris. Elle possède le point culminant du département qui se trouve au-dessus de Verzy, à 288 mètres d'altitude.

Le sol formé d'argile rouge à meulrières imperméables supporte des étangs aux environs de Germaine et de Saint-Imoges, et quelques torrents vont se perdre dans la craie, tel le gouffre de Germaine.

Le relief s'atténue rapidement vers l'Ouest dans le TARDENOIS, formé de collines aux aspects très variés.

La Vesle sépare de la Montagne de Reims des massifs dont l'isolement au-dessus de la plaine leur donne un grand caractère : la butte de Brimont, le mont Berru et les collines de Moronvilliers, si célèbres pendant la guerre sous le nom de *Région des Monts*.

Au Sud, sur l'autre rive de la Marne, s'élèvent des collines de même nature et de même texture géologiques, dépendant également du bassin de Paris, c'est la **Brie Champenoise** qui domine aussi la plaine monotone de la Champagne pouilleuse, ses versants produisent des vins estimés.

A l'Est se trouve la Montagne de Vertus, avec le Mont Aimé, séparée au Sud de la Montagne de Sézanne par les *Marais de Saint-Gond*.

Le **Vignoble champenois** s'étale sur les pentes des falaises tertiaires, depuis la Montagne de Vertus jusqu'à la trouée de l'Aisne. La vigne a trouvé sur ces déclivités des conditions de climat et d'exposition favorables. Le terroir où s'épanouissent les ceps produisant le vin fameux de Champagne est un sol presque artificiel : sur la craie pure s'est formé un limon argilo-siliceux provenant des plateaux ; naturellement fécond, il est encore amélioré et amendé par les cendres noires et sulfureuses provenant des lignites de l'argile plastique et les sables tertiaires de la couche meuble ; le sous-sol calcaire opérant un drainage suffisant met les plants à l'abri d'une trop grande humidité.

Si le sol a une influence sur le développement de la vigne, ce sont les conditions particulièrement avantageuses du climat et de l'exposition qui donnent aux raisins leurs qualités spéciales.

Le cépage le plus répandu est une variété de *Pineau* semblable à celui de Bourgogne et donnant des *raisins noirs*.

Le Vignoble qui produit les vins de Champagne a des crus de valeurs différentes, qui varient selon leur exposition. Il se divise naturellement en trois groupes :

Premier Groupe : **Vallée de la Marne**, bien abritée au Nord par la Montagne de Reims, comprend les crus de Vertus, Mesnil-sur-Oger, Avize, Cramant, Epernay, Vinay, Moussy, Cumières, Hautvillers, Dizy, Ay, Mareuil.

Deuxième Groupe : Coteaux de Bouzy, Ambonnay, Trépail.

Troisième Groupe : **Haute Montagne**, au Sud-Est de Reims, avec les crus de Verzy, Verzenay, Mailly, Ludes, Chigny, Rilly et enfin ceux qui soutiennent la renommée de la **Petite Montagne** : Saint-Thierry, Marzilly, Hermonville se trouvent au Nord-Ouest de Reims.

CHAPITRE II.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE

La géologie intéresse surtout l'hygiéniste comme moyen d'étudier la circulation souterraine des eaux, elle permet de deviner la nature des terrains à diverses profondeurs et prévoit la relation souterraine de ces terrains avec ceux qui affleurent à la surface, indiquant ainsi la manière dont les eaux s'écoulent, s'infiltrent et viennent sourdre après leur passage souterrain.

Si l'hygiène de l'habitation et celle de la cité sont influencées par la formation géologique de leur sol, combien plus grande encore, pour la qualité des eaux potables, aura d'importance la constitution géologique des différents terrains qu'elles traversent.

Dans leur trajet souterrain, les eaux peuvent s'épurer ou au contraire, se contaminer. L'analyse bactériologique et chimique permet d'apprécier la pureté d'une eau au moment de sa prise d'essai, la géologie indiquera ce que peut devenir cette eau plus tard et, si elle subit une contamination, donnera les indications qui feront retrouver les points d'infiltration ayant déterminé la pollution.

Au point de vue de l'hygiène, le sol superficiel continuellement en transformation, à une importance prépondérante, sa perméabilité, sa composition chimique et physique, son altérabilité, la présence de matières organisées influenceront constamment sur la pureté de ses eaux.

Le sol du département de la Marne est formé par des roches sédimentaires appartenant à la partie supérieure du terrain jurassique, au terrain crétacé, au terrain tertiaire inférieur et aux terrains d'alluvions anciennes et modernes.

1^o SÉRIE JURASSIQUE

Au début de l'époque jurassique, la mer du bassin de Paris venait s'appuyer au massif des Ardennes et toute notre région se trouvait complètement émergée à la fin de la période jurassique.

Aussi ne peut-on observer que quelques dépôts jurassiques recouverts par des formations crétacées.

Ces lambeaux de l'étage portlandien se retrouvent au bois de Magnéville, à Cheminon-la-Ville, au Fays, à Brusson, à Trois-Fon-

taines ; composés de calcaires, ils sont utilisés pour les constructions et le pavage.

2° TERRAINS CRÉTACÉS

SÉRIE INFRACRÉTACÉE

Au début du **crétacé**, une régression ramène la mer de la région du Jura au voisinage de Saint-Dizier et nous retrouvons, de Sermaize vers Triaucourt, des sables fins accompagnés de fer géodésique. Le minerai, autrefois exploité, se trouve localisé dans les anfractuosités du terrain jurassique.

A l'époque **aptienne**, la mer remonte vers le Nord jusqu'à Grandpré, et toute cette région orientale du bassin de Paris va participer à la sédimentation et les dépôts **albiens** se suivent en une bande continue qui enveloppe la Champagne par Sermaize, les Islettes, Grandpré, Saulces, Drâizes, etc.

M. LAMBERT y distingue trois assises :

1° A la base des sables glauconieux à phosphates et *Ammonites Milleti*, reposant sur le *portlandien* par un lit de sables ferrugineux à *Terebratula* de 4 centimètres d'épaisseur ;

2° Des argiles tégulines à *Ammonites interruptus* et *A. Beudantis* ;

3° Des argiles grises phosphatifères à *Inoceramus sulcatus*.

Les deux dernières assises formant une masse argileuse qui reçoit le nom de **Gault**.

Les sables verts renferment des rognons de phosphate de chaux, ils s'étendraient sur plus de 20.000 hectares et atteindraient 24 millions de tonnes. Exploités dans les Ardennes et la Meuse, l'agriculture en recevait autrefois 60.000 tonnes chaque année, mais les riches gisements de l'Algérie et de la Tunisie ont amené une telle baisse sur les prix que beaucoup d'exploitations ont dû être abandonnées.

Les argiles du *Gault* forment le sous-sol du *Perthois* et sont exploitées par les tuileries de Pargny-sur-Saulx, Maurupt, etc. ; cette argile a une épaisseur de 25 à 30 mètres à Sermaize, elle diminue en montant vers le Nord, elle n'a plus que 5 mètres à Grandpré et elle disparaît à Saulces.

SÉRIE SUPRACRÉTACÉE

1° L'étage **cénomani** est formé des parties immergées par les anciennes mers *Néocomiennes* ; on le retrouve à Serven, Binerville, Melzicourt, Malmy, Moiremont, Chaude-Fontaine, Sivry-sur-Ante,

Fontaine-en-Dormois, Vienne-la-Ville, Givry-en-Argonne, Dommartin-sous-Hans, Maffrécourt.

2° **L'étage turonien** recouvre le cénomanien et se présente avec les mêmes caractères tout le long de la Falaise de Champagne, depuis Vitry-le-François jusqu'à Reithel.

MM. BARROIS et PERRON y signalent les zones suivantes :

1° Marnes à *Belemnites plenus* et *Rhynchonella Cuvieri* ;

2° Craie marneuse à *Inocéramus labiatus* ;

3° Marnes à *Terebratulina gracilis* ;

4° Craie blanche à *Micraster breviporus*.

Cet étage se montre à Rouvroy, Hans, Saint-Mard-sur-Auve, Varimont, Gizaucourt, Noirlieu, Saint-Amand, Soulanges, Vitry-le-François et se dirige dans l'Aube, en passant par Humbeauville et Saint-Ouen.

3° **L'étage senonien** est le plus important, il constitue toute la plaine de Champagne. On y retrouve 4 zones plus ou moins distinctes :

1° Craie à *Micraster cor testudinarium*, reposant sur la craie à *M. Breviporus* ;

2° Craie de Châlons à *Micraster cor anguinum* (santonien) ;

3° Craie de Reims à *Belemnites quadrata* (campanien) ;

4° Craie d'Épernay à *Magas pumilus* (campanien).

La Craie à *M. Breviporus* plus tendre et moins calcaire que la craie noduleuse se montre à Saulce-Champenoise et Seuil, elle est exploitée pour la construction et le marnage des terres ; elle présente au Moncet une blancheur et une friabilité exceptionnelle et sert pour la fabrication du blanc d'Espagne.

La craie à *Micraster cor anguinum* renferme également l'*Echinocorys vulgaris*, particulièrement développée aux environs de Châlons, elle forme le sol de la Champagne pouilleuse et du camp de Châlons.

C'est une craie tendre et très blanche, on y trouve des boulets de pyrite de fer, à sa base des rognons magnésiens très durs ou *buquands* servant à l'empierrement des routes et des nodules phosphatés en couches irrégulières.

La craie à *Belemnites* se trouve exclusivement aux environs de Reims et grâce aux remarquables travaux de M. PÉRON, elle est très bien connue, il la fait remonter au nord de Reims jusqu'à la Suippe et M. le Dr LEMOINE au congrès de 1880, a fait remarquer que la carte géologique est inexacte et que cette zone devrait être reportée au-delà de Moronvilliers.

La craie de Reims peut se distinguer de la craie à *M. cor anguinum* par ses caractères pétrographiques ; le sol est moins

desséché et beaucoup plus fertile, étant à proximité des terrains tertiaires, les limons superficiels qui en proviennent ont une assez grande épaisseur.

La craie de Reims est également plus résistante et fournit de bons matériaux de construction, lorsqu'elle possède son eau de carrière elle est facile à travailler et durcit rapidement à l'air. On y trouve de nombreux nodules de pyrite de fer, mais pas de silex. Elle est exploitée comme marne et pour la fabrication de la chaux et de l'acide carbonique. Son épaisseur de plus de 300 mètres de puissance et sa solidité ont permis d'y creuser d'immenses caves dont la régularité de température est un grand avantage pour la fabrication du vin de Champagne.

La *craie d'Epernay*, qui surmonte la craie de Reims, est moins blanche, moins légère et moins tendre, mouchetée de points grisâtres ; aux environs de Vinay et de Bergères-les-Vertus on y rencontre en abondance d'énormes rognons de silex, entièrement translucides au centre, ils deviennent blancs, opaques, porcelanés par hydratation.

La craie d'Epernay à *Magus pumilus*, très bien étudiée par DUTEMPLE, affleure au sud de Reims dans la vallée de la Marne. Elle forme le talus de la falaise terminale du plateau de Brie s'étendant d'Epernay à Montereau en passant par Vertus et Sézanne.

4° **L'étage montien** ou *calcaire pisolithique* occupe le sommet du Mont Aimé et le plateau à l'ouest de Vertus depuis Cormont, Faloise et la Madelaine, jusqu'au bois de la Houppe.

Depuis plusieurs siècles on extrait ce calcaire par des carrières souterraines et sa situation au bord de la falaise terminale ainsi que les belles empreintes qu'on a recueillies (Poissons, cérites, dents de squales, ossements de tortues, de crocodiles etc.) avaient intéressé nombre de géologues.

Le *calcaire pisolithique* produit par sédimentation dans la mer Montienne est, comme le calcaire grossier, une formation de rivage, différant essentiellement par sa faune et sa nature pétrographique de la craie sous-jacente.

En 1897, MUNIER-CHALMAS a émis une opinion qui est actuellement acceptée sur la position qu'il convient de lui assigner. Il fait remarquer que les pisolithes sont des algues calcaires du genre *Lithothamnium*, leur faune est analogue à celle de Meudon et il range le pisolithique à la base de l'étage Montien en faisant un terme de passage entre le crétacé et le tertiaire.

3° SÉRIE TERTIAIRE

Les sédiments tertiaires de la région de la Marne se limitent à la falaise de l'Ile de France et ses dépendances, ils s'étendent du Nord au Sud d'Hermonville à Chantemerle et de l'Est à l'Ouest d'Avenay à Dormans.

La Montagne de Reims est le massif le plus important, et nous trouvons quelques monticules de même formation qui en ont été isolés : la butte de Brimont, le mont de Berru, le mont Sarran et le mont Bernon.

La partie supérieure de ces dépôts tertiaires appartient à l'éocène et la partie inférieure à l'oligocène.

PÉRIODE ÉOCÈNE

1° **L'étage thanétien** s'observe particulièrement à la grande carrière de Châlons-sur-Vesle, Brimont, Courcy, Jonchery, Rilly-la-Montagne.

La mer thanétienne de Rilly atteignait Châlons-sur-Vesle, Brimont et le mont de Berru, elle a laissé de puissantes assises de sables avec peu de fossiles, on trouve de véritables dunes contenant des galets dont les sables ont été exploités par les Verreries de Saint-Gobain. On rattache à cet étage le travertin de Sézanne, formé par un fleuve de 2 kilomètres de largeur, venant se jeter dans le lac de Rilly.-

Le fameux conglomérat de Cernay si riche en ossements, postérieur aux sables de Châlons-sur-Vesle, peut se placer entre le thanétien et le sparnacien.

2° **Etage sparnacien.** A cette époque, la mer de Paris subit un mouvement de descente générale et devient une mer continentale et alimentée par de nombreux cours d'eaux, elle se trouve plus ou moins dessalée suivant les fosses ou dépressions. M. MUNIER-CHALMAS y observe des niveaux entièrement marins, une faune laguno-marine, un facies saumâtre et laguno-lacustre. Ces dépôts reposent directement sur la craie de Mailly-Champagne à la vallée de la Seine. A Rilly, on trouve surtout des sables, des argiles, des marnes lacustres ; à Mailly des lignites presque purs, des cristaux de gypse et des pyrites de fer ; à Verzenay, les marnes lacustres atteignent 10 mètres ; au mont Régina, entre Mailly et Verzenay, se remarque un calcaire sableux ; à Chavot, près du mont Bernon, le facies devient laguno-marin à la partie supérieure et reste saumâtre à la partie inférieure.

3° Etage Yprésien. Moins étendu que le sparnacien, il ne dépasse guère la vallée de la Marne, vers le sud. Des sables yprésiens, contenant en grande quantité *Nummulites planatula* se trouvent dans la vallée de la Vesle à Pévy, Prouilly, Trigny, Jonchery, Branscourt, Sapicourt, Gueux, Pargny. Il faut y rattacher les sables argileux surmontant les lignites de Montchenot à Trépail en suivant la montagne de Reims.

Les sables à *Unios* et *Teredines*, de Cuis et d'Ay, autrefois attribués au Sparnacien supérieur, renferment une riche faune de Vertébrés analogue à celle des sables de Guise et du London-Clay. M. LERICHE y rencontre la co-existence des formes d'eaux douces et marines et il en conclut que les sables à *Unios* et *Teredines* ont dû se déposer à proximité d'un rivage, au fond d'un estuaire, où un fleuve important se déversait après avoir traversé les régions crayeuses de la Champagne.

Dans ces sables il a trouvé de nombreux galets de craie, des fossiles crétacés roulés, mais reconnaissables.

4° L'étage lutécien s'observe à Prouilly, Pévy, Chamery, Courtagnon, Damery où le calcaire grossier inférieur débute par des galets siliceux noirâtres ; on y trouve *Turritella hybrida*. A Chenay, de gros blocs de grès surmontent ces galets.

On rencontre les mêmes galets siliceux à Gueux, Sapicourt, Jonchery.

Un calcaire très compact est exploité pour la construction à Pévy, Chenay, Hermonville, Jonchery, Courville etc. Il devient plus compact en avançant vers l'Ouest où la mer devenait plus profonde en s'éloignant du rivage. A Hermonville et à Courville l'épaisseur atteint 12 mètres et on remarque des bancs durs et compacts alterner avec des couches plus friables.

Le calcaire grossier se modifie en passant par Prouilly, Jonchery, Gueux, Sacy, Chamery et Serriers, où il devient un sable calcaire très riche en fossiles. Ce même sable se voit à Courtagnon, Nanteuil-la-Fosse, Damery, indiquant le rivage de la mer lutétienne qui passait au Nord vers Chenay et Hermonville.

Les argiles vertes et rouges, avec grains pisolithiques d'oxyde de fer surmontant les sables yprésiens, de Rilly à Epernay peuvent être assimilées au lutétien, malgré l'absence complète de fossiles.

5° Etage Bartonien et Ludien. Les sables de Beauchamp ne se trouvent qu'à l'Ouest de Fismes, on les rencontre à Mont-Saint-Martin et Mont-Notre-Dame, Chéry-Chartreuve, néanmoins la mer *Bartonienne* devait s'étendre au Nord de la Vesle et atteindre

Hermonville, par contre, elle ne pénétrait pas dans la montagne de Reims. En effet, le calcaire lacustre de Saint Ouen se trouve en continuité avec les argiles rouges et vertes du lutétien et également en continuité avec le calcaire marin de Ludes à *Pholadomya ludensis*. D'après Hebert et Laurent ce calcaire de Ludes est plus étendu que ne l'indique la carte géologique puisqu'on peut le suivre sans interruption de Montchenot à Verzy. AUMONIER et ECH en 1872 ont signalé que les calcaires de Saint Ouen et de Ludes s'étendent jusqu'au mont de Berru.

Dans l'arrondissement d'Eprenay, les calcaires du Bartonien deviennent siliceux et sont exploités sous le nom de marbre à Givry. A l'ouest de Germaine au bois du Gouffre, ils sont associés à une lentille d'argile réfractaire servant à la poterie.

Dans la Brie Champenoise les calcaires siliceux passent à l'état de meulière et aux environs d'Etoges le calcaire devient tufacé et contient des géodes et des veinules de calcite.

PÉRIODE OLIGOCÈNE

L'étage Tongrien est représenté par les glaises vertes du Tardenois et de la Brie Champenoise et les meulières de Brie.

Le lac de Brie devait dépasser le Mont de Berru et Moronvilliers, il couvrait la plus grande partie des plateaux tertiaires au sud de la vallée de l'Ardre, ainsi les Meulières de Brie constituent le sous-sol de la Brie Champenoise.

Les grès et sables de Fontainebleau du **stampien** apparaissent à Etoges, Fromentières, couvrent le plateau d'Avize et deviennent continus au sud du Petit-Morin.

Le retrait de la mer Tongrienne du bassin de Paris a fait définitivement émerger notre région, déterminant un premier réseau fluvial. L'écoulement des eaux a produit d'importantes érosions amenant la dénudation de la craie et un nivellement général.

L'érosion la plus puissante a déterminé l'isolement de la falaise tertiaire de l'Île-de-France, cette érosion a dû dépasser une centaine de mètres.

TERRAINS ALLUVIENS

Les Alluvions anciennes se trouvent, sur plusieurs points du département, éloignées des cours d'eau : Verzy, Bezannes, Bétheny, Caurel, Berméricourt, Nogent-l'Abbesse, Moronvilliers, Epoye, Fère-Champenoise, Saint-Just, Eprenay, Boursault, Vertus, Morains,

Chevigny, Aulnay-sur-Marne, environs de Châlons, Thiéblemont, Vanault-le-Châtel, Voilemont, environs de Sainte-Menehould, Braux-Sainte-Cohière, etc. Ces dépôts sont formés de graviers et de sables provenant du terrain jurassique, d'autres sont fournis par la craie et se présentent sous forme de fragments reliés par un ciment crayeux, portant le nom de *groize*. On y trouve des ossements d'éléphants, de rhinocéros, de chevaux de grande taille, etc ; parmi les invertébrés, des polypiers et des échinodermes.

Les Alluvions modernes se trouvent dans toutes les vallées des cours d'eau qui arrosent le département. On rencontre sur leurs bords des graviers contenant des coquilles roulées, des débris de roches ; elles sont quelquefois sableuses et argilo-calcaires. Ces terrains sont plus développés dans la craie que dans le tertiaire.

Les alluvions modernes prennent dans certaines régions une importance considérable couvrant plusieurs kilomètres carrés de superficie, ainsi les Marais de Saint-Gond, où l'on exploite la tourbe, sont entourés par 8 communes.

Les Marais les plus importants se trouvent dans les vallées de la Marne, de la Vesle, de l'Aisne, de l'Ante, de l'Auve, de l'Yèvre, de la Soude, de l'Aube.

RÉGIME DES EAUX SOUTERRAINES

Malgré l'étude très sommaire que nous venons de faire de la constitution géologique du sol du département, nous pourrons en déduire le régime des eaux souterraines ; leur écoulement étant subordonné à la perméabilité des différents terrains et leur circulation dépendant de la formation du sous-sol et des conditions dans lesquelles s'effectue le contact des différentes assises. Au point de vue hygiénique, le mode de pénétration des eaux et leur circulation plus ou moins profonde, dans les divers terrains géologiques, aura une influence considérable sur leur salubrité.

Les eaux superficielles pénètrent à travers les couches meubles, les sables, les graviers et leur descente n'est arrêtée que par des sols argileux imperméables ou des roches compactes comme la craie. Les calcaires cependant sont très souvent fissurés et les eaux circuleront en minces filets dans les diaclases ou formeront de véritables rivières souterraines dans les cassures importantes produites par l'érosion et la dissolution de la roche.

Nous trouvons des sources abondantes, mais rares dans les terrains calcaires perméables, elles sont au contraire très nombreuses mais d'un faible débit dans les sols imperméables de l'infracrétacé. Il en résulte que les principaux centres urbains de la région s'alimentent difficilement en quantité suffisante d'une eau potable de qualité irréprochable. La grande ville de Reims, les agglomérations d'Épernay et d'Ay recherchent leurs eaux par des puits forés dans les alluvions ou la craie plus compacte. Châlons-sur-Marne et Saint-Dizier sont alimentées par de l'eau de rivière filtrée naturellement. Les petites agglomérations sont encore moins favorisées et la plupart ne sont approvisionnées que par des puits, les sources restent le privilège des populations habitant des terrains tertiaires, ou à proximité de ces terrains.

Des contrées limitrophes ont par contre une eau de source en abondance ; nous citerons les belles sources de la Vanne dans la forêt d'Otthe en Champagne humide, captées par M. BELGRAND pour l'alimentation de Paris et celles fournissant leurs eaux aux agglomérations de Provins, Sens, Joigny, etc.

La perméabilité du sol et la formation des assises sous-jacentes indiquent d'une façon générale comment les eaux superficielles drainées forment les niveaux d'eau souterrains et le régime auquel leur circulation est soumise. Mais dans le détail, en étudiant les cas particuliers nous verrons la complexité que présente l'étude des nappes aquifères.

Le sol du PERTHOIS est constitué par des alluvions quaternaires, des graviers calcaires surmontés de limons argilo-siliceux ; le sous-sol est formé d'argiles du Gault ou de marnes crayeuses. L'eau d'infiltration s'étale en nappe et se retrouve à une profondeur de 3 à 5 mètres, c'est la nappe phréatique et dès qu'une dénivellation met à jour la couche d'argile, une source prend naissance.

La grande faille de *Narcy* par ses brisures, fait jaillir de nombreuses sources aux environs du hameau de Trois-Fontaines. Ces belles sources en plein cœur de la forêt amenèrent autrefois les moines défricheurs qui fondèrent la célèbre abbaye de Trois-Fontaines.

Les calcaires portlandiens forment le fond de la petite vallée de la Bruzenelle de quelques centaines de mètres de largeur et profonde de 6 à 8 mètres, sur ses deux versants, de nombreuses petites sources pérennes traversent les prairies pour rejoindre le ruisseau. Une double faille ayant fortement abaissé le *Gault* et maintenu plus élevé comme un mur, le *portlandien* et le *néocomien*, cette cassure a produit la superbe source minérale des *Sarrasins* à Sermaize-les-Bains.

Le sous-sol du *Vallage* et des confins de l'*Argonne* est formé d'une roche spéciale à la contrée, ayant reçu le nom de *gaize*, cette roche calcaréo-siliceuse est poreuse, mais elle est chargée d'une forte couche d'argile qui la rend complètement imperméable. Cette roche retient toutes les eaux de surface qui forment une suite ininterrompue d'étangs, s'élevant à une altitude de 150 à 170 mètres, du Nord au Sud. De cette situation particulière, M. PÉRON en déduit une explication ingénieuse, sur l'origine des nombreuses sources de cette région de la Champagne septentrionale. Autour des plateaux dénudés et arides prennent naissance de nombreuses petites rivières aux eaux abondantes, à source unique, puissante, presque vauclusienne, ce sont le Fion, l'Auve, l'Yèvre, la Moivre, la Vesle, la Noblette, la Tourbe, la Bionne, la Suippe, la Dormoise, etc. L'altitude de ces sources varie de 152 à 158 mètres, aucune ne se trouvant au-dessus de ce niveau, M. PÉRON considère que la communication se ferait par ascendance grâce à l'existence de dislocations et de failles dans la masse calcaire et marneuse qui

surmonte la nappe aquifère. A son avis ces eaux seraient subartésiennes et viendraient d'une assez grande profondeur au-dessous du plateau comme l'indique leur température constante entre 12° et 16°, fraîches en été et tièdes en hiver, elles ne gèlent jamais.

Quoiqu'il en soit, les environs de ces sources sont les seuls points habités de cette région, une des plus désolées de la Champagne Pouilleuse. Depuis l'époque romaine les sources dans cette région portent le nom de somme (*summum rivi*) et les villages ont pris les noms des sources qui les ont fait naître : Somme-Vesle, Somme-Suippe, Somme-Tourbe, Somme-Py, Somme-Bionne, Somme-Aisne, Sommesous, Sompuis, etc.

Les sources sont donc assez nombreuses et d'un débit abondant au pied de la falaise crétacée de la Champagne septentrionale ; mais dans toute la plaine de la Champagne proprement dite, les sources sont excessivement rares et pour bien des agglomérations l'eau des puits devra servir à leur alimentation. Dans toute cette région, la craie blanche à micraster ou à belemnites acquiert une importance exceptionnelle. Depuis des milliers d'années cette craie a été mise à nu, ce qui caractérise son extrême aridité et l'a fait dénommer Champagne sèche par comparaison avec la Champagne infracrétacée dénommée humide et qui s'étend entre les vallées de l'Yonne et de la Blaise.

L'eau des pluies abondantes que reçoit la craie tendre et friable s'infiltre dans le sous-sol à travers les fissures et les pores de la roche et l'imbibe à la façon d'une éponge. Si la surface est continuellement sèche, au contraire, il se forme inférieurement une véritable nappe d'infiltration et l'on trouvera de l'eau souterraine partout et même en quantité importante.

Ces constatations ont été confirmées par M. le Colonel BOISNIER, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, qui a fait creuser pendant la guerre plus de 500 puits pour l'Armée. Il apprécie qu'il existe dans la craie blanche à micraster une véritable nappe aquifère, plus ou moins abondante suivant les régions, mais une nappe qui existe partout, sur les plateaux comme dans les vallées.

« Quelque soit l'endroit, dit-il, on est assuré de trouver de l'eau en creusant un puits et on peut, par un simple nivellement, connaître avec une précision suffisante la profondeur du puits qu'on aura à établir. La nappe est, en effet, continue et le niveau d'eau varie insensiblement d'un puits au puits voisin ».

L'abondance de l'eau de la nappe phréatique provient du peu de ruissellement et de l'évaporation insignifiante par suite de l'absorp-

tion immédiate par la craie dénudée et très perméable de l'eau météorique qui va alimenter cette nappe.

Nous savons que les couches géologiques sont inclinées de l'Est vers l'Ouest et la nappe d'infiltration suivra ces couches et les ondulations du sol par un courant souterrain lent, mais important et continu, qui s'établira des hauteurs vers les vallées. L'étroitesse des fissures de la roche crétacée, leur colmatage par décalcification et corrosion mettront un obstacle à leur écoulement. Aussi nous trouvons dans les puits de la Marne une extraordinaire variation du niveau d'eau entre la saison sèche et la saison pluvieuse ; mais alors qu'en automne sont les mois pluvieux, la nappe n'atteindra son maximum qu'au printemps, qui est la saison des inondations dans toutes les vallées. Les pluies diminuent de décembre en février, et cependant la nappe souterraine n'arrivera à son maximum que de novembre à décembre.

L'amplitude des oscillations varie énormément sous les hauteurs où elle atteint 35 mètres, à Vanault-le-Châtel, 21 mètres au Moulin de la Housse, près de Reims, 10 mètres à Fresnes ; par contre dans les vallées elle ne dépasse pas 2 mètres et à proximité des thalwegs elle devient minime. D'après M. DAUBRÉE, ingénieur en chef des Mines, l'abondance de l'eau dans la craie en fait un réservoir d'une puissance telle, comparée aux besoins de l'alimentation, que pour une surface de 10.000 hectares, un abaissement de un centimètre correspond à un débit de un million de mètres cubes.

En somme, on trouve de l'eau souterraine partout en Champagne et si la rareté des sources oblige à employer l'eau des puits, il suffit de les creuser dans la craie, le plus près possible des thalwegs, ils recevront l'eau qui suinte des parois de la roche humide et s'ils venaient à tarir par suite de sécheresse, il n'y aurait qu'à les approfondir pour les alimenter.

La localisation des sources dans le terrain crétacé est très spéciale, il n'en sera pas de même dans tout le massif tertiaire.

La MONTAGNE DE SAINT-THIERRY est le prolongement naturel du Soissonnais ; dans cette région, les assises imperméables vont constituer autant de nappes aquifères de position invariable qui sont en relation avec la direction des couches et la forme des plissements de la région. De la vallée de la Vesle à celle de l'Aisne, la première couche imperméable formée par les bancs de grès du thanétien, produit une nappe qui alimente les sources de Prouilly, et de la vallée de la Vesle, près du Moulin de Cuissat, les puits de Jonchery, Châlons-sur-Vesle, Hermonville.

Les marnes et argiles du sparnacien sableux donnent une deuxième assise imperméable qui fournit des sources en général peu abondantes mais pérennes à proximité des villages situés à son niveau sur les deux rives de la Vesle ; à gauche, nous avons Brancourt, Sapicourt, Rosnay, Vrigny, Coulomme, Pargny ; à droite, nous trouvons Chenay, Trigny, Pévy, Montigny, toutes ces petites agglomérations ont ou pourraient avoir de l'eau de source comme boisson.

De Prouilly à Fismes il existe quelques sources situées au-dessus des argiles des caillasses et quelquefois sur des bancs très compacts de calcaire grossier.

Le promontoire de la MONTAGNE DE REIMS, l'accident le plus important de la falaise de l'Ile-de-France, s'étend de l'Est à l'Ouest, entre les vallées de la Vesle et de la Marne sur une longueur de 27 kilomètres de Fleury-la-Rivière à Villers-Marmery, avec une largeur moyenne de 8 kilomètres.

Les versants de la montagne, pays de vignobles, ont un sol très riche ; mais nous considérons que l'abondance et l'excellence des sources a contribué à l'agglomération de cette population la plus dense du département. En effet, les dépôts de sables tertiaires qui surmontent la craie donnent naissance à des sources pérennes qui, canalisées, alimentent presque toutes les localités de cette région.

Et nous trouvons à Rilly-la-Montagne, Villers-Allerand, Sacy, les eaux potables les plus pures de la Marne au point de vue bactériologique.

Nous avons vu que la craie à micraster de la Champagne Pouilleuse constituait une série de diaclases ou fissures très rapprochées ; il n'en est plus de même dans la Montagne de Reims où la craie à bélemnites forme les soubassements. Les dislocations et les plissements ont déterminé des cassures de la craie, des crevasses et le ruissellement des eaux amenant l'affouillement et la dissolution du calcaire, il s'est produit des gouffres comme celui de Germaine ; ceux de Verzy alimentent la source de Vertuelle près de Louvois et même des rivières souterraines avec cascades et grottes comme celle de Trépail.

M. le Colonel BOISNIER en faisant creuser un puits à la Veuve a rencontré une fissure de 2 centimètres de largeur et de 1 à 2 mètres de hauteur, dont les parois sont tapissées de cristaux de calcite. Il en conclut que cette fissure pourrait bien être l'extrémité de la diaclase de Trépail et être avec les sources d'Ambonnay et d'Isse, un échelon de liaison entre la craie à bélemnites et la craie à micraster où on ne rencontre jamais de fissures proprement dites.

D'ailleurs le long de la falaise crétacée, pendant les hivers humides, des affaissements et même des effondrements se produisent, indiquant que les cassures du calcaire sont nombreuses et que d'autres rivières souterraines doivent exister.

HISTORIQUE DE L'ÉTUDE ANALYTIQUE DES EAUX

L'eau est la matière première indispensable à tous les êtres organisés de notre globe, pas de vie possible sans eau, aussi son usage est aussi vieux que le monde et nous retrouvons à l'origine de l'humanité un véritable culte rendu aux sources, auxquelles les premiers hommes attribuent une origine divine ; d'autres adorent les rivières sacrées comme le Gange et le Jourdain.

Les Romains, les Grecs, les Egyptiens, les Hindous ont le mieux apprécié les avantages de la pureté de l'eau et les vestiges grandioses que nous ont légués leurs civilisations nous montrent l'importance qu'ils attribuaient à sa recherche et à son adduction.

Les Romains paraissent être les premiers à avoir su apprécier la valeur de l'eau sans aucune méthode analytique. Ils se contentaient d'examiner son origine, son odeur, sa saveur, sa température, sa limpidité et observaient surtout la santé des habitants qu'elle alimentait.

En l'an 375, Palladius dans le *Traité de l'Agriculture*, indique ainsi ses moyens d'investigations :

« Voici comment on reconnaît que l'eau est salubre. Il faut d'abord qu'elle ne provienne pas d'étangs ni de marais et qu'elle ne prenne pas sa source dans les mines, mais qu'elle soit transparente et qu'elle ne soit imprégnée d'aucun goût, ni d'aucune odeur ; qu'elle ne dépose pas de limon et qu'elle puisse tempérer le froid par sa tiédeur et calmer le feu de l'été par sa fraîcheur.

« Mais il arrive souvent que la nature, dont les opérations sont toujours secrètes, cache dans les éléments les qualités pernicieuses sous les plus belles apparences, nous jugerons de la qualité de l'eau par la santé des habitants, en examinant si ceux qui en boivent ont la gorge libre, s'ils ont la tête saine et si chez eux les affections pulmonaires ou gastriques sont rares ou fréquentes, etc... ».

Ces indications toutes empiriques permettaient déjà d'apprécier les qualités d'une eau de boisson, mais étaient dépourvues de toutes garanties scientifiques.

Ce n'est qu'en 1669 que BOYLE donne les premiers procédés d'analyse et se sert de quelques réactifs très rudimentaires, tels que la teinture de noix de galle, l'infusion de bois de Brésil et le sirop de violettes.

Les travaux sur l'analyse des eaux deviennent de plus en plus nombreux. Urbain LIEBIG (1680), LISTER (1682), VALLERIUS (1697), REGIS, DIDIER, BOULDU (1699), BURLET, GEOFFROY (1707), HOFFMANN, (1729), LE ROI (1752), HOME (1756), MARGRAFF (1759), PRIESTLEY, Guyton de MORVEAU (1792), BERGMANN reconnaissent tous que la recherche de la potabilité des eaux doit résider dans leur composition ; mais ces travaux se bornent aux éléments minéraux. SCHAREMBERG, en 1778, élève de BERGMANN aborde le premier le grand inconnu des matières organiques, qui n'est pas encore complètement résolu.

C'est alors que les procédés empiriques font place aux données scientifiques et les progrès considérables de la chimie vont permettre de déterminer à peu près complètement la composition minérale et organique des eaux, là, se bornaient les recherches des hygiénistes, qui considéraient l'analyse chimique suffisante pour apprécier la pureté d'une eau.

Mais les immortelles découvertes de PASTEUR, ouvrant un nouvel horizon à la science, vont montrer, surtout par les travaux de MIQUEL, le rôle considérable des infiniment petits dans les épidémies et les maladies infectieuses d'origine hydrique et indiquer la nécessité de l'examen microbiologique.

ANALYSE CHIMIQUE

Après avoir étudié les renseignements fournis par la Géologie, nous allons examiner, au point de vue chimique, quels sont les principaux éléments contenus dans l'eau et leur dosage nous permettra d'apprécier sa valeur au point de vue hygiénique.

Nous nous proposons d'exposer les méthodes d'analyses les plus simples et les plus rapides et qui nous ont donné les résultats les plus probants.

Avant d'aborder l'examen des procédés analytiques, nous indiquerons les précautions que nous employons pour les prélèvements des échantillons et qui nous paraissent les plus indispensables.

Les bouteilles en verre blanc, très propres, sont rincées à l'acide sulfurique, puis au permanganate acidifié par l'acide sulfurique, détruisant ainsi toutes matières organiques pouvant adhérer au verre,

enfin lavées abondamment à l'eau distillée jusqu'à réaction neutre. Les bouchons en verre ou en liège neuf et paraffinés sont nettoyés de la même façon.

Autant qu'il est possible, nous faisons la prise d'essai dans le flacon directement, ce qui est facile quand la source possède un écoulement constant, ou une pompe après l'avoir fait fonctionner pendant dix minutes pour évacuer l'eau que contient les tuyaux, ou un robinet de canalisation après l'avoir laissé couler le plus longtemps possible. Quand nous ne pouvons prélever l'eau directement, nous employons un récipient intermédiaire et très propre, rincé plusieurs fois avec l'eau à analyser. Dans une rivière, un réservoir ou un puits, nous prenons toujours l'eau à une certaine profondeur, évitant l'eau de surface, celle du fond ou celle des rives.

Après avoir pris la température et celle de l'air ambiant, nous étiquetons soigneusement et notons toutes les indications utiles : endroit exact du prélèvement et profondeur, présence d'habitations, décombres, ordures ménagères ou fécales, étables, cimetières surtout militaires, fosses à fumier et leur écoulement ainsi que celui des eaux résiduelles d'usines et toutes autres causes qui pourraient souiller le point d'eau. La constitution du sol et du sous-sol, la nature des cultures voisines, l'état de l'atmosphère et les pluies récentes nous donneront également des renseignements précieux.

Autrefois, la chimie et la bactériologie n'ayant pas fourni leur contribution indispensable, on appréciait qu'une eau était potable, quand elle était fraîche, limpide, incolore, de saveur agréable, sans goût, sans odeur, pouvant cuire les légumes et dissoudre le savon. Nous considérons que ces caractères organoleptiques et physiques conservent toujours leur importance, nous les consignons avec soin, et nous mettrons en évidence son odeur, en chauffant de 50° à 60° et si nous percevons une odeur fade ou plus ou moins putride, nous aurons des doutes sur la salubrité de cette eau. La saveur peut difficilement s'apprécier à la température ordinaire, mais en chauffant de 15 à 20°, elle se trouve développée au point que la dégustation permet de reconnaître deux eaux différentes.

HIPPOCRATE disait que les meilleures eaux sont chaudes en hiver et froides en été, malheureusement il n'en est pas toujours ainsi, et la fraîcheur d'une eau si agréable pendant les fortes chaleurs présente un danger dans nos régions dévastées, où les habitants préfèrent boire l'eau malsaine de bien des puits au lieu de la faire bouillir (ce qui lui enlèverait sa fraîcheur). Néanmoins nous prenons la température de l'eau au moment du prélèvement de l'échantillon,

elle doit varier de 7 à 15° pour que l'eau potable soit fraîche, une température supérieure est désagréable et fournit un signe de contamination ou indique une eau superficielle insuffisamment purifiée par la filtration souterraine.

MÉTHODES ANALYTIQUES

HYDROTIMÉTRIE

Le dosage hydrotimétrique est trop connu pour l'étudier en détail et d'ailleurs au point de vue de l'hygiène ses résultats n'ont qu'une importance secondaire. Néanmoins, quand les circonstances le demandaient, nous avons déterminé le degré hydrotimétrique *total* et le degré hydrotimétrique *permanent* par la méthode classique de la *liqueur hydrotimétrique* ou solution alcoolique titrée de savon.

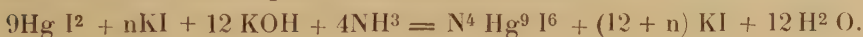
DEGRÉ ALCALIMÉTRIQUE

Ses renseignements sont à peu près identiques à ceux du degré hydrotimétrique, il indique la teneur en chaux, mais l'opération est plus rapide et se mesure avec plus de précision. Nous employons le procédé suivant : 100 c. c. d'eau sont additionnées de 2 gouttes de solution alcoolique d'héliantine à 1 p. 1000 et nous ajoutons jusqu'au virage rose à peine teinté une solution d'acide sulfurique N 28 dont 1 c. c. égale 1 milligramme de chaux.

AMMONIAQUE

Presque toutes les eaux contiennent des traces d'ammoniaque et sa présence dans une eau n'aura de signification que, si elle en contient une quantité nettement dosable. Aussi ce dosage nous semble-t-il suffisant sur l'eau telle qu'elle est, sans concentration, ni distillation. Le réactif de NESSLER que nous employons est d'ailleurs suffisamment sensible puisqu'il decèle 2 millièmes d'ammoniaque par une teinte jaunâtre, qui augmente d'intensité jusqu'au brun suivant la quantité qui s'y trouve. A 50 c. c. d'eau dans un tube de NESSLER nous ajouterons 2 c. c. de réactif de Nessler

et nous comparons la couleur au moyen d'une solution titrée d'oxalate d'ammoniaque à 0 gr. 418 par litre qui contient ainsi 100 milligrammes de NH^3 et par des dilutions successives nous obtenons une échelle très approximative, le précipité blanchâtre souvent obtenu est provoqué par la chaux. La coloration jaune-brunâtre est donnée par la réaction suivante :



AZOTE NITREUX

Parmi le grand nombre de réactifs préconisés pour le dosage des nitrites, le réactif de GRIESS est un des meilleurs ; mais à cause de son extrême sensibilité, nous lui préférons le GRIESS-ZAMBELLI ainsi modifié : HCl . à 22° Baumé 260 c. c. ; acide sulfanilique 5 gr. ; acide phénique 7 gr. 6 ; solution saturée de $\text{N H}^4 \text{Cl}$ 500 c. c. ; compléter à un litre. Dans un tube de NESSLER nous ajoutons 1 c. c. de réactif à 50 c. c. d'eau, nous laissons agir 5 minutes à froid, nous alcalinisons ensuite avec 2 c. c. d'ammoniaque, la coloration jaune obtenue se compare à l'échelle colorée de MONTSOURIS de 0 mgr 01 à 2 milligr. Toutefois cette coloration n'est pas appréciable à la lumière artificielle.

NITRATES

Nous donnons la préférence à la méthode sulfo-phénique de GRANDVAL et LAJOUX, qui est plus sensible et plus exacte que la plupart des nombreux procédés imaginés pour doser de petites quantités d'acide nitrique. On peut l'effectuer directement sur l'eau à analyser, à moins qu'elle ne contienne de trop grandes quantités de matières organiques ou de fortes proportions de chlorures qu'il faudrait alors éliminer. Cette méthode repose sur la transformation du phénol en acide picrique, par l'action de l'acide nitrique et sur l'intensité de coloration que possède le picrate d'ammoniaque.

Ce procédé nécessite la solution sulfophénique et une solution titrée de nitrate de potasse qui sert à préparer les liqueurs types. Pour effectuer le dosage d'un nitrate, il suffira de comparer, à l'aide du colorimètre de DUBOSQ la solution de picrate d'ammoniaque avec la teinte obtenue à celle de la solution type.

CHLORURES

Nous employons exclusivement la méthode volumétrique de MOHR : Dans un vase de Bohème nous prenons 200 c. c. d'eau et

nous ajoutons 10 gouttes au $1/10^{\circ}$ de chromate neutre de Potasse, et au moyen de la burette de MOHR, graduée au $1/10^{\circ}$ de c. c., nous faisons tomber goutte à goutte la solution titrée N/10 de nitrate d'argent, en agitant après chaque addition, jusqu'à obtention de la teinte saumon, caractéristique du chromate d'argent. Le nombre de c. c. de nitrate d'argent multiplié par 29,25 nous indique Na Cl en milligr. contenus dans un litre d'eau.

MATIÈRES ORGANIQUES

MM. POUCHET et BONJEAN en examinant les résultats de 1127 analyses d'eaux effectuées au *Laboratoire du Comité consultatif d'Hygiène* en ont tiré la conclusion que les matières organiques d'origine végétale absorbent plus d'oxygène au permanganate en solution acide qu'en solution alcaline et qu'au contraire, l'oxygène pris au permanganate est plus élevé en solution alcaline pour les eaux additionnées de produits d'origine animale : purins, urines, fumiers, matières albuminoïdes, liquides de fosses d'aisances, eaux de lavoirs.

Suivant les indications de ces deux savants, nous nous sommes bornés à faire le dosage en milieu alcalin, puisque ce sont les matières organiques d'origine animale qui déterminent les contaminations dangereuses.

Pour ce dosage, nous nous servons d'un matériel en verre et d'une propreté irréprochable, surtout exempt de traces de matières organiques, aussi toutes nos fioles coniques et pipettes sont nettoyées à l'acide sulfurique et rincées à l'eau distillée.

4 solutions sont nécessaires :

1° Une solution saturée de bicarbonate de soude ;

2° Une solution d'acide sulfurique au $1/2$;

3° Une solution de sulfate ferreux ammoniacal pur à 5 pour 1000 acidifiée par 5 c. c. d'acide sulfurique, cette solution est légèrement plus forte que la solution de $Mn\ O^4K$.

4° Une solution titrée de permanganate de potasse chimiquement pur à 0 gr. 395 par litre d'eau distillée exempte de matières organiques, dont 1 c. c. équivaut à 0 milligr. 1 d'Oxygène.

Mode opératoire : A 200 c. c. d'eau à analyser nous ajoutons 2 c. c. de solution saturée de $CO^3\ NaH$. Nous portons à l'ébullition, dès que l'ébullition commence, nous ajoutons 20 c. c. de solution de $MnO^4\ K$ titrée.

Après 10 minutes d'ébullition, nous refroidissons rapidement à 30° afin d'arrêter l'action du permanganate, nous acidifions avec 5 c. c. de $S\ O^4H^2$ au $1/2$, cette dilution est indispensable pour éviter

que $\text{S O}_4 \text{ H}_2$ ne réchauffe l'eau. Nous ajoutons 20 c. c. de la solution à 5 pour 1000 de sulfate de fer ammoniacal.

Avec la burette de MOHR, nous ajoutons la solution de permanganate titrée jusqu'à légère coloration et nous notons le nombre de c. c. employés.

Chaque jour nous faisons avec l'eau distillée du Laboratoire (exempte de matières organiques) une opération analogue témoin, *mais à froid*, et nous lisons le nombre de c. c. indiqué par la burette.

La différence entre le chiffre de l'eau analysée et celui de l'opération témoin est divisée par 2, le nombre trouvé est la quantité d'Oxygène consommé par litre.

Des nombreux essais comparatifs que nous avons faits avec le procédé POUCHET et BONJEAN par différence sur 200 et 100 c. c., il en résulte que cette méthode simple, rapide et facile, concorde très approximativement avec le procédé en milieu alcalin.

CHAPITRE V.

EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE

L'examen bactériologique doit non seulement compléter l'étude géologique et l'analyse chimique, mais être considéré comme ayant une importance prépondérante dans la recherche de la salubrité des eaux de boisson ; c'est ce que nous nous efforcerons de démontrer.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau destiné aux recherches bactériologiques est une opération qui nécessite des précautions plus minutieuses que celles imposées au chimiste. Il serait trop long de préciser exactement toutes les conditions qui peuvent se présenter ; nous avons toujours cherché à prendre les dispositions les plus favorables à la bonne exécution de ces prélèvements.

Nous nous servons de flacons de 100 c. c. très propres et stérilisés, nous les remplissons jusqu'au goulot avec l'asepsie la plus rigoureuse et les enveloppons dans des papiers stériles. Sauf dans des conditions spéciales, nous ne faisons pas lesensemencements sur place, mais l'automobile nous procurant un retour rapide, nous pouvons, quelques heures après le prélèvement, exécuter ces travaux délicats, dans le calme du laboratoire.

Pour le transport des échantillons, nous nous servons d'une boîte en bois doublée de zinc, enfermée dans une caisse plus grande contenant de la glace et de la sciure de bois, nous pouvons ainsi transporter 12 flacons à une température voisine de 0°, recommandée par MIQUEL, pour éviter l'augmentation du nombre initial des microbes.

ANALYSE QUANTITATIVE

Numération des germes aérobies

Le nombre des germes par c. c. que contient une eau inconnue pouvant être très grand et afin de rendre la lecture plus facile, nous faisons 4 ensemencements de tubes de gélatine avec une pipette débitant 20 gouttes au c. c. Dans le premier tube, nous mettons une goutte d'eau, dans le deuxième 2 gouttes ; après dilution au dixième, nous mettons 1 goutte dans le troisième et 2 gouttes dans le quatrième. Nous coulons la gélatine ainsi ensemencée en boîtes trian-

gulaires R. A. L. préalablement stérilisées. Ces boîtes, beaucoup plus pratiques que celles de PETRI, sont maintenues à une température voisine de 20°.

La numération est faite tous les jours à partir du cinquième jusqu'au dixième jour. Le nombre des colonies développées est compté le dixième jour et multiplié par 20 pour la première boîte, par 10 pour la deuxième, par 200 pour la troisième et par 100 pour la quatrième ; en prenant la moyenne, nous avons la quantité de germes par c. c., mais ce nombre doit être augmenté de 25 % puisque, d'après les nombreuses analyses de MIQUEL, 25 % des colonies restent encore à apparaître après dix jours d'ensemencement.

Souvent les eaux très polluées liquéfient rapidement la gélatine et interrompent la numération ; pour nous permettre de calculer le nombre des germes qui se seraient développés jusqu'au quinzième jour, nous multiplions le dernier nombre trouvé par un des coefficients de MIQUEL, qui a établi une table de multiplicateurs, basée sur les résultats de plus de 60.000 analyses d'eau et qui mérite d'être acceptée.

Ce procédé de culture, outre la numération microbienne, nous permet encore de reconnaître et même souvent de compter les espèces liquéfiantes dont la présence est importante à connaître, puisqu'elles se trouvent dans les eaux contaminées.

ANALYSE QUALITATIVE

Isolement des espèces pathogènes

Contrairement à l'analyse chimique, c'est l'analyse bactériologique qualitative qui est la plus importante et la plus délicate, une seule espèce pathogène rendant une eau dangereuse. La spécification des germes permettra de différencier les bactéries banales et inoffensives, des espèces pathogènes ou de celles qui sont un indice de pollution.

RECHERCHE DU BACTERIUM COLI COMMUNE

par le procédé Péré

Les procédés employés autrefois pour déceler le B. Coli et le B. typhique dans les eaux ne mettaient en jeu que de faibles quantités d'eau et étaient des causes d'erreur que permet d'éviter ce procédé que nous avons employé exclusivement et qui nous a toujours donné d'excellents résultats.

Le principe consiste à transformer l'eau à examiner en milieu nutritif au moyen de peptone et à ajouter une proportion de 1 millièrne d'acide phénique pour empêcher la pullulation des germes saprophytes, sans nuire à la culture du B. Coli, du B. typhique et des espèces voisines provenant de l'intestin. Ce procédé permet encore d'isoler le B. de Friedlander, le B. pyocyanique, le vibron cholérique et certaines espèces anaérobies.

Pour cette recherche, nous employons 80 c. c. d'eau à laquelle nous ajoutons 20 c. c. de Bouillon Péré (acide phénique 5 gr., peptone 30 gr., eau 1000 c. c.), et nous mettons à l'étuve à 38°.

Un trouble se produit quand l'eau est souillée par les espèces recherchées, et en autant moins de temps que la pollution est plus évidente. En général de 12 à 20 heures pour les eaux très contaminées, et après la 30^e heure pour les eaux moins polluées.

Vers la 48^e heure, nous débouchons le flacon et nous apprécions si l'odeur dégagée par la culture est fade, fétide ou fécaloïde.

Afin d'identifier les bactéries ayant cultivé, nous prélevons une anse de platine de cette culture et ensemençons la surface d'un tube de gélose inclinée par le procédé habituel des séparations des colonies sur un seul tube et nous recherchons, après un séjour de 24 heures à l'étuve, si les colonies développées sont du B. Coli ou un autre germe. Quand le bouillon phéniqué a l'odeur fécaloïde et que la culture en gélose inclinée ne montre que peu de colonies, nous avons des espèces anaérobies que la culture en *Gélose Veillon* nous permettra de déceler. Après avoir isolé le B. Coli nous le caractérisons au moyen des milieux suivants :

Dans la *Gélose lactosée tournesolée*, il suffit de quelques colonies de B. Coli pour que rapidement, après 18 à 20 heures à 38°, tout le milieu prenne une teinte rose.

Le *Petit Lait tournesolé* laisse pousser abondamment le B. Coli, qui provoque un dégagement de fines bulles de gaz et rougit le tournesol.

Le B. Coli coagule le *Lait* plus ou moins vite suivant les échantillons.

La *Gélose glucosée au rouge neutre* est une gélose peu alcaline, dans ce milieu tremblotant ensemencé par piqûres, le B. Coli provoque un grand dégagement de bulles de gaz, et la fluorescence apparaît plus ou moins rapidement dans la totalité du milieu, ainsi qu'un virage au jaune caractéristique.

La *Gélose au sous-acétate de plomb* n'est pas noircie par le B. Coli.

Le B. Coli donne la réaction de l'*Indol*.

Sur la *pomme de terre*, le *B. Coli* donne des colonies épaisses et jaunâtres ou plus rarement minces et vernissées peu visibles.

RECHERCHE DES GERMES ANAÉROBIES

Nous effectuons cette recherche au moyen de la *Gélose Veillon* ; c'est une gélose sucrée additionnée de 1 p. 1000 de nitrate de potasse. La culture des anaérobies s'accompagne souvent de dégagement de gaz, principalement d'hydrogène et d'acide carbonique, qui disloquent le milieu. L'hydrogène est insoluble, mais il réduit le nitrate de potasse en formant de l'eau ; l'acide carbonique au contraire, est très soluble.

C'est un procédé de choix, qui évite tous les appareils compliqués, employés habituellement. Nous répartissons la *Gélose Veillon* dans de grands tubes, de sorte que le cylindre de gélose atteigne 10 centimètres de hauteur, nous liquéfions au bain-marie et refroidissons vers 45°. Nous ensemençons avec 10 gouttes de l'eau à examiner ; nous mélangeons exactement en roulant le tube entre les mains, et nous refroidissons en évitant soigneusement d'introduire des bulles d'air. Nous portons à l'étuve à 38° et laissons cultiver de 24 à 36 heures.

Les microbes aérobies contenus dans l'eau se développent en surface où ils forment un voile plus ou moins épais. Ce voile de microbes (mycoderma) est un précieux protecteur pour les anaérobies auxquels il empêche toute atteinte de la part de l'oxygène, les aérobies en étant très avides, n'en laissent passer aucune trace.

Les anaérobies facultatifs se développent à la partie supérieure de la gélose et nous ne considérons comme anaérobies stricts que les espèces qui cultivent au-dessous de 2 centimètres de la surface.

RECHERCHE DES GERMES INDOLIGÈNES

Ce procédé permet de dénombrer facilement le *Bacterium Coli* ; il permet également de reconnaître la contamination d'une eau par d'autres microbes superficiels producteurs d'Indol et l'on peut même à la rigueur par ce moyen simple, apprécier rapidement, la valeur d'une eau de boisson, sans passer par les milieux phéniqués et les autres cultures.

Nous employons la méthode de BONJEAN qui, étant un peu moins sensible que le procédé à la paradiméthylaminobenzaldéhyde, prête moins à sujet d'erreur. Dans un tube à essai nous mettons 5 c. c. de

culture en peptone à 2 %, nous mettons à l'étuve à 38° après 24 heures nous ajoutons son volume d'éther, nous agitons vivement et laissons déposer, nous décantons ensuite l'éther, qui a dissous l'Indol. En ajoutant 3 gouttes de solution de nitrite de soude à 2 % et 4 gouttes d'acide sulfurique pur, il se produit même à froid, une coloration rose ou rouge s'il y a de l'Indol, même à l'état de traces.

CHAPITRE VI.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ANALYTIQUES

L'analyse chimique des eaux nous donne deux sortes de renseignements :

- 1° Elle nous fixe sur la composition minérale à peu près complète;
- 2° D'après la présence et la proportion de certains éléments, elle nous indique son degré de potabilité.

Nous plaçant exclusivement au point de vue de l'hygiène, nous étudierons les indications que la chimie nous offre pour retrouver les souillures dans les eaux d'alimentation.

De nombreux congrès de chimistes se sont occupés de l'importante question des eaux potables, mais malheureusement aucun n'a pu définir d'une façon claire et précise quels étaient les éléments à doser et indiquer la proportion de ces éléments entre eux, en un mot d'unifier les procédés d'analyses et les formules d'interprétation des résultats. Cela ne saurait surprendre, quand on considère la multiplicité des eaux servant à l'alimentation et dont la composition chimique subira des influences si différentes, suivant la texture des terrains d'où elles proviennent, leur degré de perméabilité et l'influence des courants qu'elles subissent.

Aussi ne peut-on attacher qu'une importance relative aux éléments minéraux, exception faite de ceux qui pourraient fournir à l'eau des propriétés actives ou thérapeutiques et nous ne croyons pas que la composition minérale seule puisse renseigner suffisamment sur la pureté des eaux potables. Nous allons étudier rapidement la signification des éléments principaux caractérisés par l'analyse.

Le **degré hydrotimétrique** et le **degré alcalimétrique** permettront d'indiquer si une eau peut convenir à certains usages industriels, tels que le blanchissage et la teinture ; leur seule utilité hygiénique consistera à ne pas faire accepter une eau trop calcaire pour une canalisation qui serait rapidement obstruée.

L'**azote ammoniacal** est le lien entre les phénomènes de destruction et de construction qui se partagent le monde. Sa présence n'aura de signification que suivant son origine et l'examen bactériologique

seul confirmera un diagnostic défavorable. Il arrive en effet que l'Ammoniaque n'est pas toujours un indice de pollution de matières animales ; si elle provient de terrains tourbeux et marécageux, son origine végétale n'est également pas recommandable ; mais on trouve de l'azote ammoniacal d'origine minérale, dans les nappes profondes des puits artésiens, qui ne peut faire rejeter ces eaux.

La présence des **nitrites** est considérée par tous les chimistes hygiénistes comme une preuve de souillure, les nitrites étant très instables indiqueraient une contamination récente, cependant des études actuelles démontrent que la phase nitrite existe légèrement dans beaucoup d'eaux potables dont la nitrification n'est pas complète ; si de fortes doses de nitrites caractérisent une pollution certaine, il n'en est plus de même des petites quantités et, sans vouloir réhabiliter les nitrites, nous en avons trouvé des traces dans près de 2 % d'eau reconnues bactériologiquement assez pures.

Les **nitrates** représentent la dernière phase de l'oxydation des matières azotées dans le sol avec le concours des germes nitrifiants ou d'autres agents naturels. L'interprétation de la présence des nitrates dans une eau est difficile à donner. Des doses considérables de nitrates font rejeter une eau et cependant cette manifestation d'une oxydation complète devrait indiquer sa pureté et l'on doit se méfier de celles qui n'en contiennent que des traces, ce serait souvent une preuve d'oxydation peu active et incomplète ou d'une contamination récente. Quelquefois, les nitrates proviennent des terrains traversés ou de l'atmosphère, et ne sont pas nuisibles ; mais il n'en est pas de même de ceux produits par l'oxydation de la matière organique animale, ils sont d'autant plus dangereux qu'ils communiquent à l'eau un goût piquant qui est pris pour de la fraîcheur, et il arrive que dans certains villages, l'eau de puits très contaminée est préférée à celle de sources ayant une eau pure.

Les **chlorures** à dose élevée sont considérés comme un indice certain de pollution animale ; cependant, exception faite pour les eaux voisines de la mer, certains terrains sont imprégnés de chlorures naturels. Quelques auteurs, comme M. le professeur GARRIGOU, affirment que le dosage du chlore ne signifie rien, nous n'admettons pas une opinion aussi catégorique ; mais de nombreuses analyses nous ont permis de nous rendre compte que, sans fixer de limites générales à la présence du chlore, on ne peut condamner une eau que si sa teneur est supérieure à la moyenne normale des eaux de la région et si les autres éléments particulièrement les matières organiques indiquent une souillure animale ou la filtration défectueuse des terrains traversés.

La présence de quantités assez fortes de chlorure de sodium ne donne pas une saveur désagréable à l'eau et n'offre pas d'inconvénients pour la santé, si le chlorure a une origine naturelle.

Les **matières organiques** des eaux proviennent de la décomposition des éléments organiques du sol, mais leur nature n'est pas entièrement connue.

Les matières organiques d'origine animale, dosées en milieu alcalin sont celles qui indiquent une contamination dangereuse, néanmoins les eaux chargées de matières organiques d'origine végétale ou banale (humus, tourbe), ne sont pas recommandables, car elles constituent pour les bactéries un milieu favorable et forment dans les conduites des dépôts qui peuvent devenir d'actifs foyers de culture.

Le Comité consultatif d'hygiène classe ainsi les eaux d'après leur teneur en matières organiques, évaluées en milligr. d'Oxygène consommé : Eau très pure moins de 1 milligr. ; eau potable, moins de 2 milligr. ; eau suspecte de 3 à 4 milligr. ; eau mauvaise, plus de 4 milligr.

Cependant POUCHET et BONJEAN dans un certain nombre de cas, où le chiffre de la matière organique ne dépassait pas 1 milligr. en solution alcaline ont isolé des germes dangereux ou de provenance suspecte. Les matières organiques d'origine végétale ne semblent pas avoir d'influence appréciable sur la santé, nous avons rencontré des villages qui sont alimentés par des sources dont l'eau est chargée d'humus en assez forte quantité pour être colorée en jaune, ces eaux ne paraissent pas être nuisibles.

Aussi croyons-nous qu'on ne peut être trop catégorique dans cette appréciation sans avoir contrôlé l'analyse chimique par l'examen bactériologique.

Ainsi que nous venons de le voir, l'analyse chimique donne des renseignements utiles, néanmoins chaque élément pris en particulier ne peut fournir une indication suffisante pour un diagnostic ; la proportion des divers éléments entre eux et leur quantité, pourront faire juger une eau mauvaise ; mais ils ne permettront pas d'en indiquer la pureté.

IMPORTANCE DE L'EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE

L'étude des eaux destinées à l'alimentation est un problème de la plus grande importance et un travail très délicat ; c'est une des tâches les plus difficiles qui soient dévolues à l'hygiéniste ; aussi doit-elle être entourée de toutes les garanties et de toutes les données scientifiques.

La **Géologie** permet d'éviter une contamination et de la retrouver si elle se produit ; l'**analyse chimique** nous apporte des renseignements précieux sur la mauvaise qualité d'une eau, elle nous indique sa *potabilité générale*, mais seule la **bactériologie** nous renseignera sur sa *pureté*.

Nous ne voulons pas nous priver des informations si utiles que nous fournit l'analyse chimique et nous n'avons pas la prétention de la détrôner ; mais il faut bien reconnaître que la chimie seule est incapable de nous renseigner sur le rôle étiologique rempli par l'eau dans la transmission des maladies épidémiques.

Pendant longtemps on considéra l'analyse chimique comme suffisante pour apprécier la qualité d'une eau, mais il est démontré qu'une eau chargée de substances minérales ou organiques peut être inoffensive et qu'une eau chimiquement pure peut devenir très dangereuse au point de vue biologique.

Les anciennes idées de l'hygiène ont été complètement transformées par les découvertes de PASTEUR sur la théorie microbienne et il est reconnu que l'eau est le véhicule, souvent insoupçonné, des maladies transmissibles redoutables comme la fièvre typhoïde, la dysenterie, le choléra et même quelquefois de la diphtérie et de la tuberculose. L'origine hydrique de ces maladies est admise pour la majorité des cas et si l'on a souvent incriminé le lait, le vin et les légumes, c'est que le lait et le vin étaient mouillés, les boîtes à lait rincées et les légumes arrosés avec l'eau contaminée.

BROUARDEL a prouvé qu'une des maladies la plus commune et des plus dangereuses, la *fièvre typhoïde*, avait une origine hydrique 90 fois sur 100.

La cause de ces maladies essentiellement épidémiques ne peut être une substance chimique, mais bien un être vivant infiniment petit, un microbe ; et ce n'est plus le chimiste seul qui doit être consulté.

Contrairement à ce que l'on a cru longtemps une eau limpide, fraîche, sans odeur, ni saveur et chimiquement pure n'est pas toujours salubre et le danger est d'autant plus grand qu'il ne tombe pas sous nos sens. Le bacille d'Eberth peut se trouver dans les eaux les moins minéralisées, aussi les eaux claires et fraîches des sources et des puits doivent être surveillées particulièrement et la *dothiéntérie* sous toutes ses formes est actuellement le fléau des petites agglomérations plutôt que celui des grandes villes, dont l'eau est mieux captée ou mieux filtrée et les appareils de distribution mieux protégés et plus faciles à contrôler.

Les contradicteurs de l'examen bactériologique ont surtout attaqué le procédé de la numération des germes et ont cherché à le rejeter complètement comme inutile et encombrant. Les microbes saprophytes étant beaucoup plus nombreux que les microbes pathogènes, peu importe, disent-ils, que nous buvions une eau contenant des milliards de microbes, si ces derniers sont inoffensifs. Il est évident que la qualité doit primer la quantité ; mais nous devons admettre qu'une eau chargée d'une quantité considérable de microbes, même banaux, est susceptible plus que toute autre de contenir éventuellement des germes pathogènes.

La numération du nombre des espèces, plus importante que celle des colonies, ne peut encore suffire à l'appréciation biologique de l'eau potable.

Néanmoins, la culture sur gélatine, nécessaire à la numération, nous fournira un renseignement précieux, outre le nombre de bactéries, elle nous permet de reconnaître les espèces liquéfiantes, qui présentent une grande importance, étant un indice de pollution.

Aussi d'après l'opinion de DUCLAUX, nous considérons que : *« l'étude bactériologique est le complément et le couronnement utile, mais non par la seule énumération dans un échantillon puisé au hasard »*.

L'analyse qualitative est donc indispensable pour apprécier la qualité d'une eau au point de vue de sa pureté et du danger d'infection possible.

Les microbes intestinaux et le vibrion cholérique sont les plus dangereux des germes qui contaminent les eaux d'alimentation. Des fosses d'aisances, des lavoirs, des cimetières, ils sont transportés

à travers le sol, par les pluies et les eaux souterraines vers l'émergence des sources.

Si ces microbes étaient facilement reconnaissables, il suffirait d'un microscope pour l'analyse d'une eau et l'on pourrait à la rigueur ne tenir aucun compte des autres. Malheureusement, ils passent presque toujours inaperçus et le problème est beaucoup plus difficile à résoudre ; mais nous possédons un réactif excellent dans le B. COLI, hôte habituel de l'intestin qui nous révélera l'existence possible ou probable du B. d'EBERTH ou du V. CHOLÉRIQUE dans les eaux.

SIGNIFICATION DU BACTERIUM COLI ET DE SES SATELLITES

Il est indiscutable que le B. Coli existe en quantités énormes dans l'intestin de l'homme et des animaux, d'autre part les eaux ne contiennent naturellement pas le B. du Colon, nous pouvons donc considérer que sa présence dans les eaux d'alimentation sera la preuve de leur pollution par des matières fécales d'origine animale.

Tous les bactériologues sont unanimes à reconnaître l'absence du Bactérium Coli dans les eaux pures ; les puits artésiens analysés n'en contiennent jamais excepté celui de Maison-Laffite, contaminé par les eaux de la Seine ; d'après nos nombreuses analyses, nous ne l'avons jamais rencontré dans l'eau des sources bien captées et qui ne recevait aucune pollution animale, ni dans quelques puits bien protégés et alimentés par des nappes profondes.

Pour que les eaux souterraines contiennent le Bacille du Colon, il faut donc qu'elles aient été mélangées avec des liquides de provenance animale, matières fécales, fumiers, écoulements des cimetières, eaux de lavoirs, eaux superficielles provenant d'endroits habités, etc...

La présence du B. COLI dans une eau destinée à l'alimentation ne peut donc être considérée comme un fait banal, d'autant plus qu'on ignore s'il provient d'individus sains ou malades.

Le B. COLI, non seulement représente un élément constant de la flore intestinale de l'homme sain, mais on le rencontre fréquemment dans certaines cavités naturelles de l'homme et des animaux (bouche, vagin, urètre) et il est même cosmopolite puisqu'on le trouve sur tous les points du globe.

Après la mort, il envahit rapidement les viscères, et le sang du cadavre et sa présence permet encore de retrouver une pollution provenant des cimetières.

Sa grande parenté avec le redoutable bacille d'EBERTH suffit pour le rendre suspect ; car il résulte des travaux de CRIMBERT, de CHANTEMESSE, de ROUX, de VINCENT, de NICOLLE et de beaucoup d'autres éminents bactériologistes, que l'on ne peut isoler facilement le bacille typhique en présence du B. Coli. Et si avec MIQUEL, on peut conclure que là où il n'y a pas de B. COLI, il n'existe pas de B. d'EBERTH, toute eau contenant le B. du Colon, en quantité importante doit être considérée comme impropre à l'alimentation.

Les microbes *anaérobies* sont les commensaux habituels du B. COLI dans l'intestin ; d'après COHENDY, chez l'homme adulte, prenant une nourriture normale mixte (carnée et végétale), 1 milligramme de fèces contiendrait 143.870.000 microbes donnant en culture 4.261.660 espèces, dont 77 % seraient anaréobies.

Ils sont d'ailleurs très répandus dans la nature en dehors des matières fécales, on les trouve dans les urines fermentées, dans toutes les substances organiques animales en putréfaction. On les rencontre de préférence dans les profondeurs du sol, dans la vase, les fumiers, partout en un mot où des produits organiques sont ou ont été détruits et où l'air est rare et remplacé par d'autres gaz.

Quelques-uns sont les agents d'infections très dangereuses : Vibrion septique de la gangrène gazeuse, le bacille du tétanos, du charbon symptomatique, du botulisme.

Leur présence dans une eau ne peut être que l'indice d'une contamination et nous avons spécialement constaté par un grand nombre d'analyses que si les eaux pures ne contenaient pas de microbes anaréobies, les eaux fortement polluées en renfermaient une grande quantité.

Aussi d'après VINCENT, la présence simultanée de quelques microbes de la putréfaction et de bactéries anaréobies permettraient d'annoncer le début d'une pollution considérable.

Le B. COLI et le vibron cholérique donnant de l'indol, ce procédé de recherche aura d'autant plus d'importance que parmi les germes indoligènes nous trouvons encore : *staphylococcus pyogenes aureus*, *proteus vulgaris*, *proteus mirabilis*, *bacillus pyocyaneus*, microbes à cultures fétides et d'après DANÉ les microbes producteurs d'indol seraient tous des germes suspects et dangereux par eux-mêmes ou par l'exaltation qu'ils procurent à des germes pathogènes.

Nous avons constaté maintes fois personnellement que l'analyse chimique était impuissante à reconnaître la pollution et nous citerons deux cas qui par leur importance sont typiques et où

l'examen bactériologique seul a pu nous révéler une contamination dangereuse.

Pendant le siège de quatre années qu'eut à subir REIMS, les bombardements terribles et fréquents de l'ennemi eurent pour résultat non seulement de détruire complètement les réservoirs d'eau de la ville, mais de rendre inutilisable une partie de la canalisation.

Après la réfection du service de distribution nous fîmes des prélèvements aux sources, à l'usine et sur divers points des canalisations. L'analyse chimique nous montrait une eau de composition partout identique : au contraire l'examen bactériologique nous révéla qu'en certains endroits une pollution était évidente ; ce qui permit de prendre les mesures nécessaires en attendant la remise en état des branchements défectueux.

Nos investigations nous firent retrouver de véritables foyers de cultures dans ces conduites où avait séjourné pendant longtemps une eau croupie.

Le deuxième exemple que nous signalerons résulte de l'examen des eaux de VILLE-DOMMANGE. Cette petite localité des environs de Reims est alimentée par la réunion de quatre sources : *Drey-le-Bois*, *Petite Prévôté*, *Chalet*, *Grande Prévôté*. Les analyses chimiques de ces quatre sources à leur émergence indiquaient des eaux bonnes. La canalisation qui les réunissait donnait une moyenne chimique des quatre sources également favorable ; mais au contraire l'examen bactériologique était nettement mauvais.

Des recherches nous indiquèrent la cause de la contamination. La canalisation de la source *Grande Prévôté* entre son émergence et sa réunion aux trois autres sources, traversait une ancienne tranchée militaire, précédemment comblée. Cette tranchée, passant en contre-bas d'un important cimetière militaire, en drainait les eaux d'écoulement et les conduisait vers la canalisation de la source *Grande Prévôté* qui, à cet endroit, était en mauvais état. (Voir les résultats d'analyse page 59).

Dans ce cas encore, la contamination par un cimetière, qui pouvait être très dangereuse pour toute une agglomération, ne nous était révélée que par l'examen bactériologique, aucun renseignement n'étant fourni par l'analyse chimique.

DEUXIÈME PARTIE



APPLICATIONS

CHAPITRE I.

Les EAUX

ALIMENTANT LA VILLE DE REIMS

La ville de Reims est alimentée par l'eau des sources de Fléchambault. Cette appellation n'est pas exacte, car Reims, comme d'ailleurs toutes les villes de Champagne, n'a pas l'avantage d'être pourvue d'eau de source.

Néanmoins cette eau bien protégée contre toute cause de contamination est de bonne qualité. Elle est fraîche en été et peu froide en hiver, très limpide, elle possède, sous une grande épaisseur une magnifique couleur bleue.

Mais il n'en fut pas toujours ainsi et jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, les habitants n'eurent à leur disposition que l'eau des puits qui devait également suffire aux besoins industriels, aussi la situation sanitaire était peu favorable. M. LAJOUX, directeur du Laboratoire municipal, écrivait en 1889 : « Il y a un peu plus d'un siècle, on ne buvait à Reims que de l'eau de puits ; les engorgements glandulaires étaient alors si fréquents dans cette ville que les médecins déclaraient : *« qu'il n'est pas de ville dans le royaume où l'on trouvait plus de goîtres, de squirrhés, de cancers, d'écrouelles, de loupes, de mélicéris et de stéatomes »*.

L'alimentation de Reims en eau potable était une grande préoccupation de la municipalité et devenait une nécessité primordiale ; mais la situation de la ville, au milieu de plaines crayeuses et sèches, présentait de grandes difficultés à la solution de cette question si importante.

En 1747, un généreux philanthrope, M. Jean Godinot, chanoine de Reims, de ses propres ressources, arrivait à doter la ville d'une distribution d'eau potable. Il empruntait les eaux de la Vesle en amont de Reims au Pont-Huon et les conduisait par une dérivation dans un bassin, qui recevait également des eaux d'infiltration. Une canalisation répartissait ces eaux dans les divers quartiers par dix-sept fontaines publiques.

Les analyses de MAUMENÉ montrèrent que ces eaux étaient meilleures que les eaux des puits de la ville et contenaient surtout

moins de calcaire et d'après THOUVENEL alors qu'il y avait un goitreux ou un cancéreux sur trois personnes, après distribution des eaux de la Vesle, la proportion diminua de moitié.

La ville de Reims fut ainsi alimentée en eau de rivière pendant 130 ans, de 1747 à 1877. L'augmentation rapide de la population et surtout l'abaissement progressif du débit de la Vesle rendirent bientôt insuffisant ce service de distribution. En 1874, au mois de Juillet une grande sécheresse réduisit à 150 litres à la seconde l'écoulement de la Vesle qui était de 4749 litres en 1857 et la ville n'avait que la jouissance du tiers.

La situation devenait critique et la municipalité étudiait de nombreux projets pour améliorer l'approvisionnement en eau potable ; quand une découverte fortuite fournit une solution immédiate et intéressante.

La Société des Bains de Rivière faisait extraire de la grève, quand un de ses ouvriers nommé HUETTE découvrit une nappe souterraine abondante, il en avisa la municipalité qui fit effectuer rapidement des recherches ; elles aboutirent à reconnaître la puissante nappe aquifère dont le débit de 250 litres à la seconde est suffisant pour satisfaire aux nécessités de l'alimentation et de l'hygiène de Reims.

L'origine de cette nappe aquifère est indiquée par l'étude géologique de la région. Le sous-sol de la grande plaine de Reims, du Mont de Berru à la Montagne de Reims est formé de craie à *Belemnitella quadrata* du Sénonien supérieur ainsi que l'indique le sondage de la Cour Chapitre, sa puissance est de plus de 300 mètres et repose sur une couche d'argile imperméable. Cette craie est une roche très perméable pouvant absorber un quart de son poids d'eau ; les eaux de pluies en s'infiltrant, l'imbibent et la saturent d'humidité. Cette nappe existe aussi bien sur les hauteurs que dans les vallées ; mais la vallée exerce une action de drainage et près du thalweg, cette nappe se rapproche sensiblement du sol.

La surface de la craie, qui n'est pas horizontale, est recouverte de graviers transportés à l'époque quaternaire, mais provenant des terrains tertiaires de la Montagne de Reims, au-dessus se trouve une zone de limons argileux surmontée d'une couche de tourbe et enfin de la terre végétale.

L'inclinaison des couches de la craie allant de l'Est à l'Ouest, toutes les eaux météoriques tombant sur les collines crayeuses ainsi que dans la plaine sont drainées par la grève des alluvions anciennes, dont le rôle est purement passif, vers le lit ancien de la Vesle. On y peut ajouter l'eau des sources de l'argile plastique de la Montagne de Reims, qui après avoir circulé sur cette assise se perdent dans la

craie. Toutes ces eaux forment la nappe souterraine qui alimente la ville de Reims et se trouve située sur la rive gauche en amont de la Vesle.

L'écoulement de cette nappe se fait vers la ville où elle alimente quelques puits, inonde de nombreuses caves et se dirige ensuite vers le sous-sol de Saint-Charles.

Malheureusement la couche d'argile surmontant la grève n'est pas continue et souvent d'une épaisseur trop faible, ce qui ne lui permet pas de jouer le rôle de protectrice absolue, aussi une zone de protection très étendue est indispensable pour éviter toute pollution de la nappe aquifère.

Il n'existe pas, comme on l'avait cru tout d'abord de rivière souterraine parallèle à la Vesle et cette rivière n'alimente pas la nappe ; mais c'est au contraire la rivière qui reçoit l'eau de la nappe. Le fait a été constaté par de nombreux baigneurs qui étaient saisis par le froid produit par des filets d'eau provenant des petits canaux à fermeture hydraulique par lesquels se déverse l'eau de la grève dans la Vesle. L'analyse d'ailleurs indique de façon certaine que l'eau de la nappe ne peut provenir de la rivière.

Les eaux de Fléchambault sont captées par trois puits circulaires foncés à l'air comprimé et protégés par des cloches vitrées. Le puits central a 10 mètres de diamètre intérieur, les deux autres, 4 mètres. Ils sont creusés à 12 mètres de profondeur dans les alluvions quaternaires de la Vesle, composées de grèves calcaires, très perméables, très homogènes et par suite très filtrantes.

Ces puits ne descendent pas jusqu'au calcaire, leur cuvelage en maçonnerie est étanche, de sorte que l'eau arrive par le fond et s'épure par son passage à travers la grève de 8 à 10 mètres d'épaisseur et filtre encore sur une couche de graviers, recouverte de moëllons de meulière lavée de 1 m. 50 d'épaisseur, qui occupent le fond des puits. Cet excellent captage a une influence favorable sur la salubrité de l'eau et quoique la nappe soit à peine à un mètre du sol, son passage sur un sable calcaire, plus filtrant que la craie, lui donne une meilleure qualité bactériologique.

L'emplacement de ces puits est proche de celui où le chanoine GODINOT, en 1747, puisait l'eau de la Vesle pour l'alimentation de Reims ; mais il n'aurait pu lui venir à l'idée de rechercher à cet endroit de l'eau potable, car vers 1700 ce n'était que marécages, puis prés-marais couverts d'eau pendant l'hiver et une partie de l'été, et l'eau non filtrée était remplie de matières organiques en décomposition et ne pouvait servir qu'à approvisionner les fossés des fortifications.

Nous buvons donc actuellement une eau qui, autrefois n'était pas potable, et il a suffi pour cela d'un abaissement du niveau de la nappe aquifère au-dessous du sol afin que l'eau circulant dans le calcaire et la grève soit protégée par une épaisse couverture filtrante, la mettant à l'abri de pollution superficielle.

Le terrain environnant les puits d'alimentation des fontaines de la ville de Reims forme une zone de protection de 10 hectares, dont une partie est plantée de peupliers et une portion grevée seulement de servitude. Or ce périmètre de protection est beaucoup trop faible à notre avis, vu le débit journalier énorme pour une si grande ville et surtout peu en rapport avec l'étendue de la nappe aquifère ; d'ailleurs, l'extension de ce périmètre a été déjà prescrite par le Comité Consultatif d'Hygiène de France. Il y aurait également nécessité à supprimer les maisons d'habitation trop proches et les jardins maraîchers.

L'eau alimentant la Ville de REIMS est surtout une eau carbonatée calcique (120 à 132 milligr. de $\text{CO}^3 \text{ Ca}$). Sa composition chimique se rapproche de celles de la Vanne et de la Dhuis, considérées comme les meilleures de Paris. Actuellement, sa potabilité est excellente, mais son périmètre de protection est insuffisant pour l'étendue énorme de sa nappe, elle peut être facilement contaminée par l'extérieur, aussi une surveillance incessante est-elle nécessaire et depuis 1919, nous en faisons l'analyse chimique et bactériologique toutes les semaines. Comme le reste de la Ville de Reims, elle eut à subir des vicissitudes : les bombardements violents détruisirent complètement ses réservoirs, détériorèrent ses puits de captage, et causèrent d'énormes dégâts à son usine et à son réseau de distribution, son périmètre de protection ne fut pas épargné même par l'armée française qui établit, près des puits, une scierie et des troupes furent cantonnées à proximité. Aussi après l'armistice, d'énormes travaux de réfection étaient des plus urgents et son périmètre de protection fut nettoyé et les trous d'obus bouchés après désinfection à la chaux vive.

Le tableau suivant permettra de comparer les analyses de l'eau de Reims en 1919, en 1920 et l'eau de la Vesle prélevée à 300 mètres des puits.

ANALYSE CHIMIQUE

	REIMS en 1919	REIMS en 1920	VESLE rivière
Matières organiques en O. en milieu alcalin	1.6	0.95	1.8
Azote ammoniacal	traces	néant	traces
Azote nitreux en N ² O ³	traces	néant	0.01
Azote nitrique en N ² O ⁵	15	10	20
Chlore en Na Cl.	20.47	17.55	14.62
Degré hydrotimétique total	21.3	21	15
Degré hydrotimétrique permanent	4.1	4	4

Les résultats sont indiqués en milligr. par litre d'eau.

EXAMEN BACTERIOLOGIQUE

	REIMS en 1919	REIMS en 1920	VESLE rivière
Germes aérobie par centimètre cube	2.800	600	3.600
Colonies liquéfiantes	5	néant	20
Bactérium Coli	présence	néant	présence
Germes indoligènes	présence	néant	présence
Germes anaérobies	présence	néant	présence

Au point de vue chimique, l'eau de REIMS est une bonne eau potable, on ne peut que lui reprocher d'être chargée en calcaire et il en est de même au point de vue bactériologique. En 1920, nous n'avons pas constaté la présence du *Bactérium Coli*, ni de bactéries pathogènes ; elle ne contient que des microbes banaux en assez grande quantité. Si nous avons constaté une contamination très évidente en 1919, les améliorations apportées par le service des eaux lui ont redonné sa composition normale d'autrefois ; en effet, nous n'avons remarqué en 1920 qu'une légère pollution au moment des travaux de remise en état des puits.

L'eau de la Veste aurait une composition chimique meilleure que celle de la nappe, sauf les indications de contamination, mais au point de vue bactériologique, l'eau de la nappe souterraine lui est bien supérieure.

Nous avons à dessein réuni dans le même tableau l'eau de Reims et l'eau de la Veste prélevée à proximité, afin d'établir par la comparaison des résultats analytiques, que l'eau des puits ne provient pas de la rivière.

CHAPITRE II.

RIVIÈRE SOUTERRAINE DE TRÉPAIL

Au sud-est de Reims, entre Verzy et Ambonnay, près du village de TRÉPAIL, se trouve la curiosité géologique la plus remarquable de la région. Connue depuis 1825 dans le pays, sous le nom de Source de Trépail, c'est en réalité une rivière souterraine et, d'après M. MARTEL, « la copie textuelle des rivières souterraines des calcaires et une des plus longues que l'on connaisse actuellement ».

Elle émerge dans un ravin au Nord-Ouest du village, après un assez long cours souterrain, évalué par les habitants du pays à 2.500 mètres, M. MARTEL le réduit à 1.000 mètres ; enfin M. LAURENT, rectifiant le plan donné par M. MARTEL, considère qu'il ne dépasse pas 600 mètres et nous serions plutôt de cet avis ; d'après nos constatations, il serait de 6 à 700 mètres. Ces différences d'appréciations proviennent des grandes difficultés de l'exploration, dans une eau dont la profondeur varie de 0 m. 20 à 1 m. 40.

Cette longue grotte est formée de diaclases de la craie blanche à belemnites, sa hauteur est de 2 mètres à 20 mètres et sa largeur de 0 m. 50 à 3 mètres, et même élargie pour l'établissement de la canalisation, on a beaucoup de peine à la parcourir. Elle est absolument semblable aux cavernes à eau courante du Karst, des causses du *Lot* et de l'*Aveyron* ; constituée par une série de marmites de géants, séparées par des cloisons revêtues de dépôts stalagmitiques et de cristaux de calcite du plus bel effet, elle se termine par une voûte basse où l'on aperçoit une fissure très étroite. Le lit continu du ruisseau est encombré par des éboulis, des meulières venant du plateau et des voûtes ou une boue blanche provenant de la décalcification de la craie par l'action mécanique et chimique de l'eau, on y rencontre des cascades ayant jusqu'à 1 mètre 50 de hauteur.

D'après M. MARTEL : « L'origine ancienne de la grotte doit être dans l'enfouissement de quelque cours d'eau superficiel miocène ou pliocène qui, aux époques des grandes dénudations champenoises, se sera frayé un cheminement souterrain en agrandissant et en réunissant entre elles une suite de diaclases conjuguées. Les coupes transversales de la galerie montrent nettement dans leur partie médiane le renflement caractéristique d'une période d'écoulement beaucoup plus abondante que de nos jours ».

Les marmites de géants doivent communiquer avec des *avens* qui sont très nombreux sur la Montagne de *Reims* ; les fosses de *Trépail*, la fosse *Bathiaude*, les fosses d'*Aulus* se trouvent au-dessus de la rivière souterraine.

Ce sont de vastes cavités coniques dont le fond est fermé par les éboulis de roches recouvertes par la végétation, ces *avens* sont produits par l'affaissement du sol dans les sables nummulitiques et l'argile plastique. L'eau ne séjourne pas dans ces énormes entonnoirs et disparaît rapidement par les fissures communiquant avec le cours d'eau souterrain et son débit qui, à l'étiage, ne dépasse pas 6 litres à la seconde, augmente brusquement et considérablement par les gros orages et l'eau se trouble.

L'étude de la potabilité de cette eau présente, au point de vue hygiénique, un intérêt considérable : pendant la guerre, de nombreux camps de repos étaient établis dans les environs, des milliers d'hommes et des centaines de chevaux furent alimentés par la source de *Trépail*. Actuellement un projet très intéressant est en voie de réalisation et consiste à utiliser cette richesse aquifère et la distribuer aux quatre communes de *Bouzy*, *Ambonnay*, *Vaudemange* et *Trépail*, dont la population est de 3.000 habitants.

Nous avons fait l'analyse chimique et l'examen bactériologique de cette eau au mois de juillet, c'est-à-dire en période normale d'étiage et nous avons obtenu les résultats suivants :

Degré hydrotimétrique total	23
Degré hydrotimétrique permanent	5
Degré alcalimétrique en CaO	152
Matières organiques O. en milieu alcalin	0 95
Chlorures en NaCl	17 55
Azote ammoniacal	néant
Azote nitreux en N ² O ³	néant
Azote nitrique en N ² O ⁵	5
Résidu sec à 100°	235
Silice	16
Sulfate en SO ³	22 65
Fer en Fe ² O ³	2 40
Germes aérobies par Cm ³	540
Colonies liquéfiantes	néant
Bactérium Coli	néant
Germes indoligènes	néant
Germes anaérobies	néant

Les chiffres sont indiqués en milligr. par litre d'eau.

Cette eau peut donc être considérée comme potable et doit sa bonne qualité à l'état de tout son bassin d'alimentation qui est exceptionnellement boisé et dépourvu d'habitations.

Mais il n'en est plus de même après de grandes pluies, sa composition chimique varie, sa température se rapproche de la température ambiante et elle devient trouble.

Nous avons en effet pu constater, un mois après la première analyse et à la suite d'un orage, que les chlorures avaient augmenté de 17,55 à 20,47 ; le degré hydrotimétrique total n'était plus que de 18 et elle contenait des traces de nitrites ; mais c'est encore l'examen bactériologique qui nous donne le mieux le degré de contamination, les germes aérobies étaient considérablement augmentés, nous trouvions 5 colonies liquéfiantes et quelques microbes anaérobies.

Il est évident qu'il y avait contamination nette par les eaux de ruissellement drainées par les avens, sans filtration naturelle suffisante. Et nous pouvons considérer cet exemple comme un cas typique de la pollution des résurgences dans les terrains crayeux et les calcaires ordinaires. Les avens, au lieu de filtrer l'eau, ne font que la laisser passer comme dans un crible, les germes pathogènes peuvent être transportés directement dans les diaclases qui reçoivent les infiltrations souillées de l'extérieur.

L'importance de ces considérations hygiéniques n'avait pas échappé à l'autorité militaire qui, se trouvant dans l'impossibilité de séparer les eaux pures des eaux d'infiltration plus ou moins polluées, avait établi une installation pour épurer l'eau distribuée dans ses différents camps. Dans le projet actuel de canalisation dont nous avons parlé, il y aurait donc nécessité à suivre cet exemple et le service compétent devra améliorer systématiquement l'installation provisoire faite par l'armée.

CHAPITRE III.

CANALISATIONS ET SOURCES

Le département de la Marne possède 1869 sources pérennes provenant des terrains crétacés supérieurs et des terrains tertiaires. Dans le terrain crétacé jusqu'au turonien nous trouvons 148 sources dans l'arrondissement de Sainte-Menehould et 180 dans celui de Vitry-le-François. L'étage du sénonien en fournit 7 dans l'arrondissement de Vitry ; 28 dans celui de Châlons ; 9 d'Epernay et 193 de Reims. Les terrains tertiaires en donnent 992 pour Epernay et 312 pour Reims.

Nous rencontrons en outre 16 sources minérales dont 12 ferrugineuses, la seule exploitée est la belle source de SERMAIZE-LES-BAINS, dite fontaine des Sarrasins.

Nous avons effectué les prélèvements de 552 échantillons d'eaux de ces sources et l'analyse chimique et surtout l'examen bactériologique nous ont indiqué que ces eaux étaient en général d'excellente qualité et nous n'avons trouvé que 35 eaux suspectes et 20 eaux mauvaises. Ne pouvant exprimer tous ces résultats d'analyses, nous indiquerons ceux des sources dont le débit plus abondant permet d'alimenter une agglomération.

SOURCES de la MONTAGNE de REIMS

(Versant Septentrional)

De Rilly-la-Montagne à Sacy où le sparnacien repose directement sur la craie, les sources prennent naissance à la base des sables tertiaires ; elles donnent les eaux les meilleures du département, ayant une excellente composition chimique et sont d'une extraordinaire pureté bactériologique, ainsi que l'indiquent les résultats analytiques du tableau suivant :

SOURCES DE LA MONTAGNE DE REIMS (versant septentrional)

— 59 —

LOCALITÉS	PRÉLÈVEMENTS	EN MILLIGRAMMES PAR LITRE					PAR CENTIMÈTRE CUBE				
		Degré Alcali- Métrique	MATIÈRES organiques O. absorbé	CHLORURE en Na. Cl.	AZOTE		GERMES aérobies	COLONIES liquéfiantes	BACTÉRIUM Coli	GERMES indigènes	GERMES anaérobies
					en N. H ³ .	nitreux en N ² O ³ .					
RILLY-LA-MONTAGNE.	Canalisation	136	0.25	17.55	néant	néant	40	néant	néant	néant	
VILLERS-ALLERAND.	Source Pri ^t -aux-Chats.	146	0.20	20.47	»	»	50	»	»	»	
»	Source Desteugue....	135	0.25	20.47	»	»	50	»	»	»	
MONTCHENOT.	Source Hans.....	198	0.25	14.62	»	»	60	»	»	»	
»	Source du Haut.....	195	0.35	20.47	»	»	80	»	»	»	
SERMIERS.	Canalisation	174	0.65	26.32	»	»	260	»	»	»	
»	Source du Chateau..	198	0.75	32.17	traces	»	480	»	»	»	
PETIT-FLEURY.	Source du Lavoir....	201	0.75	17.55	»	»	50	»	»	»	
COURTAUMONT.	Canalisation	185	0.40	17.55	»	»	50	»	»	»	
MONTANEUF.	Source des Bourgs ..	201	0.45	23.40	»	»	70	»	»	»	
NOGENT.	Canalisation	202	0.45	23.40	»	»	40	»	»	»	
CHAMERY.	Petit Réservoir	193	0.55	17.55	»	»	50	»	»	»	
»	Grand Réservoir	190	0.65	20.47	»	»	70	»	»	»	
SACY.	Source Damien	186	0.45	20.47	»	»	60	»	»	»	
VILLE-DOMMANGE.	Source Drey-le-Bois	202	0.65	32.17	»	»	920	»	»	»	
»	Source Petite Prévoté	217	0.90	29.25	»	»	380	»	»	»	
»	Source du Chalet ...	204	0.55	26.32	»	»	250	»	»	»	
»	Source Gde Prévoté	186	0.80	29.25	»	»	780	»	»	»	
»	Canalisation	194	0.75	32.17	»	»	12.410	26	présence	présence	gr. quant.

SOURCES de la MONTAGNE de REIMS

(Versant Oriental)

Le versant oriental de la falaise tertiaire ne possède pas de sources abondantes, à cause de l'inclinaison des couches de l'Est vers l'Ouest et sur l'axe de l'anticlinal les eaux s'écoulent vers le Nord et vers le Sud. Le niveau aquifère est fourni par les argiles à lignites, les argiles lutétiennes et les argiles à meulière. Les sources recueillent les eaux superficielles qui traversent le loess et sont retenues par les diverses assises argileuses, à moins que la dislocation des terrains tertiaires, formant des gouffres ou avens, leur permettent d'arriver jusqu'à la craie où elles s'écoulent par des diaclases conjuguées, comme on l'observe à la rivière souterraine de TREPAIL.

Le Mont de BERRU est une partie détachée et isolée de la falaise tertiaire à laquelle il se rattachait vers LUDES. aussi avons-nous joint à cette région les sources du monticule dont nous donnons les résultats d'analyses dans le présent tableau :

SOURCES DE LA MONTAGNE DE REIMS (versant oriental)

— 61 —

LOCALITÉS		EN MILLIGRAMMES PAR LITRE					PAR CENTIMÈTRE CUBE				
		Degré Alcali- Métrique	Matières organiques O. absorbée	Chlorures en Na. Cl.	Azote en N. H. ³	Azote nitreux en N ² . O. ²	Germe aérobie	Colonies Itquellantes	Bactérium Coli	Germe Indoligènes	Germe au aérobie
BERRU.	<i>Canalisation</i>	80	0.6	26.32	néant	néant	960	2	néant	néant	néant
NOGENT-L'ABESSE.	<i>Source des Rosiers</i> ..	166	0.65	29.25	»	»	1500	3	»	»	»
CHIGNY.	<i>Canalisation</i>	133	1.35	29.25	»	»	1450	2	»	»	»
LUDES.	<i>Canalisation</i>	125	1.50	17.55	»	»	1340	1	»	»	»
MALLY-CHAMPAGNE.	<i>Source Lecorbet</i>	176	0.70	26.37	»	»	1560	5	»	»	présence
»	<i>Source la Malade</i> ..	181	0.55	17.55	»	»	350	»	»	»	»
»	<i>Source Saulus</i>	160	0.80	14.62	»	»	300	»	»	»	»
»	<i>Source Léon Vivin</i> ...	170	0.95	14.62	»	»	1280	1	»	»	»
»	<i>Source Fayès</i>	190	0.85	14.62	»	»	900	2	»	»	présence
»	<i>Source Saint-Jean</i> ..	186	0.95	20.47	»	»	1800	5	»	»	présence
»	<i>Source des Baraques</i> .	210	2.35	11.70	traces	0.05	4700	12	»	présence	présence
VERZENAY.	<i>Grande Fontaine</i>	132	1.25	17.55	»	»	860	2	»	»	»
VERZENAY.	<i>Petite Fontaine</i>	111	1.20	17.55	»	»	780	»	C	»	»
VERZY.	<i>Bassin Saint-Bals</i> ...	102	1.50	17.55	»	»	990	»	»	»	»
TRÉPAIL.	<i>Rivière souterraine</i> .	152	0.95	17.55	»	»	540	»	»	»	»
VILLERS-MARMERY.	<i>Réserv. des Sources</i> ..	74	2.20	11.70	»	»	660	»	»	»	»
AMBONNAY.	<i>Source Crié</i>	168	0.35	26.32	»	»	870	»	»	»	»

SOURCES du TARDENOIS

Constitué par de petites collines aux aspects divers et variés, le pays de Tardenois est le prolongement géologique de la Montagne de Reims et de la Brie Champenoise, au Sud de la rivière de l'Ardre.

Les sources apparaissent sur les assises des argiles vertes et rouges contenant des grains pisolithiques d'oxyde de fer, ces zones imperméables s'intercalent entre les sables yprésiens et les meulières disloquées du calcaire de Brie.

Les sources sont nombreuses et quoique peu abondantes sont utilisées pour l'alimentation des petites localités de la région. C'est un avantage appréciable et apprécié, leurs eaux étant de bien meilleure qualité surtout au point de vue bactériologique que celles des puits comme l'indiquent les résultats analytiques suivants :

SOURCES DU TARDENOIS

LOCALITÉS		PRÉLÈVEMENTS	EN MILLIGRAMMES PAR LITRE				PAR CENTIMÈTRE CUBE				
			DEGRÉ hydro- métrique	MATIÈRES organiques 0. absorbé	CHLORURES en Na. Cl.	AZOTE		GERMES aérobies	COLONIES liquéfiantes	BACTÉRIUM Coli	GERMES indoligènes
en N. H ³ .	nitreux en N ² . O ² .										
AUGNY.	Canalisation	35	0.80	23.40	néant	néant	860	néant	néant	néant	
ARCIS-le-PONSART.	Bonne-Source	32	1.20	17.55	»	»	980	2	»	»	
ANTHENAY.	Canalisation	30	0.55	29.25	»	»	640	»	»	»	
BOUJACOURT.	Source des Cours ...	27	0.80	11.70	»	traces	1230	3	»	»	présence
CHAMBRECY.	Source du Château .	32	0.50	17.55	»	»	560	»	»	»	
CHAUMUZY.	Source St-Remy	31	0.85	20.47	»	»	730	»	»	»	
CUCHERY.	Canalisation	27	0.25	17.55	»	»	690	»	»	»	
JONQUERY.	Canalisation	26	0.70	14.62	»	»	470	»	»	»	
LAGERY.	Canalisation	38	0.80	23.40	tr. léger.	tr. léger.	890	»	»	»	
LHERY.	Canalisation	29	1.00	11.70	»	»	580	»	»	»	
MONT-s-COURVILLE.	Source Fourquette ...	28	0.30	11.70	»	»	390	»	»	»	
NANTEUIL-la-FOSSE.	Source St Memi	31	0.25	14.62	»	»	630	»	»	»	
OLIZY.	Source Minain	29	0.80	17.55	»	»	570	»	»	»	
ORCOURT.	Canalisation	30	0.60	26.32	»	»	660	»	»	»	
SARCY.	Canalisation	28	0.80	17.55	»	»	560	»	»	»	
VIOLAINES.	Canalisation	31	0.85	14.62	»	»	480	»	»	»	
VILLE-EN-TARDENOIS.	Source Couaudard ...	36	1.00	17.55	»	»	540	»	»	»	
»	Source du Camp	34	0.20	17.55	»	»	470	»	»	»	

SOURCES du SOISSONNAIS et du MASSIF de SAINT-THIERRY

La rivière de l'Ardre marque la limite de l'extension de la meulière de Brie et au Nord de cette rivière les revêtements de meulières vont faire place aux sols caillouteux des caillasses et les dernières assises du Soissonnais avancent leurs masses sableuses dans la plaine rémoise.

Dans tout ce massif tertiaire les nappes aquifères se forment par infiltration sur les bancs imperméables dont la position ne varie qu'avec l'inclinaison des couches et le plissement des terrains.

Les points d'affleurement des sources dans cette région se trouvent au-dessus de la craie : sur les bancs de grès, à la base du thanétien, sur les marnes et argiles du sparnacien ou à la surface des argiles des caillasses ; les assises compactes du calcaire grossier ne donnent que quelques sources peu abondantes.

En général les sources ne tarissent jamais, mais leur débit est assez faible et ne permet que d'approvisionner de petites agglomérations ; néanmoins leurs eaux sont peu minéralisées et quand elles sont bien captées elles donnent une eau excellente ainsi que le montre surtout l'examen bactériologique dont nous donnons les résultats analytiques :

SOURCES DU SOISSONNAIS (Vallées de l'Ardre, de la Vesle et Massif St-Thierry)

— 65 —

LOCALITÉS	PRÉLÈVEMENTS	EN MILLIGRAMMES PAR LITRE					PAR CENTIMÈTRE CUBE				
		Degré Alcali- Métrique	MATIÈRES organiques O. absorbé	CHLORURES en Na. Cl.	AZOTE		GERMES aérobies	COLONIES liquéfiantes	BACTÉRIUM Coli	GERMES indoligènes	GERMES anaérobies
					en N. H ³ .	nitreux en N ₂ O ³ .					
CRUGNY.	Source des 4 Vents ..	140	0.90	35.10	néant	néant	760	néant	néant	néant	néant
SAVIGNY.	Source Caillaux	170	0.65	20.47	"	"	580	"	"	"	"
St-GILLES.	Canalisation	152	1.00	23.40	"	"	660	"	"	"	"
FAVEROLLES.	Source des Tilleuls ..	163	0.45	17.55	"	"	470	"	"	"	"
VRIGNY.	Source Ganneton	180	0.80	23.40	"	"	560	"	"	"	"
JANVRY.	Source des Chenets ..	175	0.60	23.40	"	"	450	"	"	"	"
GERMIGNY.	Canalisation	193	0.70	23.40	"	"	830	"	"	"	"
ROSNAV.	Canalisation	177	0.70	35.10	"	"	870	"	"	"	"
SAPICOURT.	Canalisation	172	0.55	17.55	"	"	430	"	"	"	"
JONCHERY.	Canalisation	103	1.20	11.70	"	"	440	"	"	"	"
MONTIGNY.	Source Culot	110	0.40	29.25	"	"	430	"	"	"	"
FISMES.	Canalisation	96	2.00	23.40	"	"	530	"	"	"	"
St-THIERRY.	Canalisation	156	0.90	40.95	"	"	620	"	"	"	"
PROUILLY.	Source Hôpital	170	0.60	23.40	"	"	310	"	"	"	"
CHENAY.	Canalisation	162	0.10	5.85	"	"	120	"	"	"	"
BOUVANCOURT.	Source Lagrève	154	0.90	23.40	"	"	390	"	"	"	"
VENTELAY.	Canalisation	135	1.00	17.55	"	"	280	"	"	"	"
HERMONVILLE.	Source des Rougemonts	160	0.95	23.40	"	"	560	"	"	"	"

CHAPITRE IV.

SOURCES ET RIVIÈRES DE LA CHAMPAGNE POUILLEUSE

Dans la plaine de Champagne proprement dite, caractérisée par le sol crayeux à *Micraster cor anguinum* ou à *Belemnitella quadrata*, les sources sont excessivement rares. Elles se localisent dans la partie de la Champagne septentrionale formée de plateaux desséchés et arides s'étendant au sud-ouest de la chaîne de l'Argonne, entre la vallée de la Marne et celle de l'Aisne.

Tout autour de ces plateaux de nombreuses sources aux eaux abondantes viennent prendre naissance. Le relief orographique de ces coteaux est pourtant insignifiant, mais il suffit qu'ils s'élèvent de quelques mètres au-dessus de la vallée pour que la convergence des cassures de la craie alimente la nappe d'infiltration et les sources jaillissent au fond des gorges ou aux pieds des plateaux dénudés.

Nous avons eu l'occasion de signaler l'hypothèse ingénieuse de M. PÉRON expliquant la formation du groupe des sources du plateau d'Auve et nous ne croyons pas qu'elle soit très exacte et qu'on puisse attribuer à ces sources une origine artésienne. En effet, comme l'a fait observer M. l'Ingénieur MONET : « Il faudrait expliquer comment les eaux emmagasinées dans les sables cénomaniens ont pu descendre et se rassembler en nappe dans les couches crayeuses inférieures, et se frayer une issue à travers les marnes pour pouvoir sourdre ensuite dans les dépressions de la craie blanche ».

Les grandes sources de la Champagne Pouilleuse ont une origine superficielle et non subartésienne et leur formation s'effectue par imbibition de l'éponge calcaire dans des conditions identiques à celles que nous avons indiquées pour les eaux de Reims et leur circulation se fait à travers les fissures minuscules de la masse crayeuse déterminant leur émergence dans les thalwegs.

Les sources des rivières importantes se trouvent généralement sur les hauteurs, elles se forment par la réunion d'une quantité de petits ruisseaux drainant les eaux d'une grande surface. Au contraire en Champagne, les rivières ne proviennent pas du massif élevé et boisé de l'Argonne, mais leurs sources comme nous venons de le voir font exception à cette règle et se trouvent aux pieds des coteaux.

Ces rivières n'ont qu'une source unique, abondante, presque

Vauclusienne, parfois assez puissante pour faire marcher des petits moulins à proximité de leur émergence, leur cours supérieur n'a pas de ramification ni d'affluents mais il est grossi par l'eau qui vient sourdre le long de leur lit.

Les vallons sont transformés en marécages, non par les inondations de la rivière, mais par le suintement des eaux d'infiltration qui proviennent des deux versants.

Dans les vallées larges comme celle de la Marne et de la Vesle, l'écoulement des eaux dans les graviers et les terrains alluvionnaires est beaucoup plus rapide que dans les vallées crayeuses à versant très incliné et recevant une petite masse d'eau qui doit circuler dans de minces diaclases.

Ces petites rivières ont un cours tranquille et un régime très régulier ; elles ne tarissent jamais et ne subissent pas de baisses excessives, la nappe aquifère continuant à leur fournir l'eau d'infiltration longtemps après les pluies ; les inondations ne sont qu'exceptionnelles et ne se produisent qu'à la fin de l'hiver.

Ces vallées, véritables oasis de verdure, par leur fraîcheur et leur fertilité forment le contraste le plus frappant avec la sécheresse et l'aridité du sol crayeux. Aussi le mode de groupement de la population est une des caractéristiques de la Champagne Pouilleuse : les sources ou Sommes ont attiré autour d'elles des agglomérations auxquelles elles ont donné leur nom et le long des cours d'eau les villages se succèdent et s'allongent démesurément sur leurs rives ; ainsi dans la vallée de la Vesle, les villages de Saint-Julien, Saint-Martin, Courtisols et Lépine ne forment qu'une seule et curieuse agglomération s'étendant sur une longueur de plus de 7 kilomètres.

L'eau des sources à leur émergence sert à l'alimentation, mais il n'en est pas de même de l'eau des rivières qui est repoussée systématiquement et c'est un grand tort, surtout en Champagne, car leur eau est bien souvent meilleure que celle des puits en général contaminée. L'eau des rivières est peu minéralisée et il suffirait d'un captage effectué dans de bonnes conditions et d'une épuration systématique, pour que les rivières fournissent une eau salubre ; d'ailleurs le cours d'une rivière est plus facile à surveiller que celui d'une nappe souterraine.

L'analyse chimique est le plus souvent insuffisante pour indiquer le degré de pollution de l'eau d'une rivière ; mais au contraire, l'examen bactériologique nous permet de suivre la contamination le long de son parcours, comme on peut s'en rendre compte par les résultats suivants de quelques sources de la Champagne pouilleuse et des rivières à qui elles ont donné naissance.

SOURCES ET RIVIÈRES DE LA CHAMPAGNE POUILLEUSE

RIVIÈRES	PRÉLÈVEMENTS	EN MILLIGRAMMES PAR LITRE					PAR CENTIMÈTRE CUBE				
		Degré Hydroli- métrique	MATIÈRES organiques O. absorbé	CHLORURES en Na. Cl.	AZOTE		GERMES aérobies	COLONIES liquéfiantes	BACTÉRIUM Coli	GERMES Indoligènes	GERMES anaérobies
					en N. H ³ .	nitreux en N ² . O ² .					
VESLE.	Source	16	1.10	14.62	0	0	70	0	0	0	0
"	A Reims	15	1.80	14.62	traces	0.01	3.600	20	présence	présence	présence
"	A Courlandon	15	2.85	35.10	10.m	0.5	6.800	80	présence	présence	présence
NOBLETTE.	Source	17	1.75	14.62	0	0	90	0	0	0	0
"	A Vadenay	16	1.90	17.55	traces	traces	980	15	présence	présence	présence
SUIPPE.	Source	15.5	1.00	17.55	0	0	80	0	0	0	0
"	A Warmeriville	15	1.85	14.62	0	traces	930	20	0	0	présence
DORMOISE.	Source	17	0.95	17.55	0	0	460	0	0	0	0
"	A Cernay-en-Dormois	16	1.65	20.47	traces	traces	870	40	0	0	présence
TOURBE.	Source	15	0.80	14.62	0	0	320	0	0	0	0
"	A Virginy	15	1.20	17.55	traces	0.01	780	30	0	0	présence
BIONNE.	Source	16	1.30	17.55	0	0	340	0	0	0	0
"	A Courtémont	19	2.10	20.47	0.05	0.10	1 020	110	présence	présence	présence
AUVE.	Source	18	1.40	17.55	traces	0	50	0	0	0	0
"	A Gizaucourt.	17	2.10	17.55	0.05	0.10	880	20	0	présence	présence
YÈVRE.	Source	17	1.90	14.62	traces	0	260	0	0	0	0
"	A Dampierre	18	2.20	17.55	traces	0.05	1 010	44	0	0	présence
MARNE.	A Châlons-s-Marne .	19	0.90	17.55	0.05	0.50	3 800	50	présence	présence	présence
"	A Epernay	18	1.70	17 55	0.05	0.50	4 600	80	présence	présence	présence

CHAPITRE V.

Les PUIITS en CHAMPAGNE DÉVASTÉE

Nous venons de voir que les sources sont rares en Champagne crayeuse et localisées en certains points, aussi la plupart des communes sont obligées d'utiliser l'eau des puits pour leur alimentation.

De nos constatations il résulte que l'on trouve de l'eau partout dans la craie blanche à micraster ou à belemnites ; une puissante masse aquifère existe aussi bien dans les vallées que sous les plateaux, mais par suite de son écoulement vers les thalwegs le débit des puits est beaucoup plus abondant dans les vallées, où se trouvent d'ailleurs situées généralement les agglomérations.

Dans les terrains tertiaires de la Montagne de Reims, du Tardenois et du massif de Saint-Thierry, le régime est différent, il n'y a pas de nappe aquifère continue et l'on ne trouve l'eau que sur les assises imperméables, le niveau varie brusquement d'un puits à un autre et en creusant un puits on n'est pas toujours assuré d'avoir de l'eau.

Après la guerre, la situation générale des puits devenait un danger permanent pour la santé publique ; ainsi dans la région dévastée de notre département sur 15.792 puits existant en 1914 : 7.669 étaient entièrement détruits, 7.403 pouvaient être remis en état et 1.440 devaient être reconstruits complètement.

Les puits dans la région des combats étaient comblés ou leur protection extérieure détruite, déterminant une contamination par les écoulements superficiels ; l'ébranlement du sol par les obus avait produit des fissures amenant une pollution intérieure. Les puits dans la région occupée avaient été infectés directement par l'ennemi, en y jetant des projectiles, des munitions, des effets d'équipement, des aliments en putréfaction ou en les transformant en fosses d'aisances. Les nombreuses troupes en passant dans les cantonnements d'arrière avaient pollué certains puits, par des feuillées trop proches et comblées sans désinfection suffisante, par le lavage du linge, etc...

Une surveillance active et rigoureuse de la nappe aquifère devenait nécessaire et il importait surtout de signaler les points

PUITS DE LA VALLÉE DE L'ARDRE

— 71 —

LOCALITÉS	PRÉLÈVEMENTS	EN MILLIGRAMMES PAR LITRE				PAR CENTIMÈTRE CUBE				
		Degré Alcali- Métrique	MATIÈRES organiques O. absorbé	CHLORURE en Na. cl.	AZOTE en N. H. ³ N ² . O ³ .	GERMES aérobies	COLONIES liquéfiantes	BACTERIUM Coli	GERMES indoligènes	GERMES anaérobies
POURCY.	Puits Bénard Louis	199	1.05	61.40	0	0	730	0	0	0
"	— Coubaucé	178	2.35	195.95	traces	1. ^m	3.600	0	0	présence
MARFAUX.	— Bouricart	115	0.75	20.47	0	0	450	0	0	0
"	— Gabriel	154	3.05	187.20	traces	traces	7.900	0	0	présence
CHAUMUZY.	— Briffoteau	108	0.25	17.55	0	0	580	0	0	0
"	— Baligout.	180	4.55	184.27	10 ^m	0.01	8.600	120	présence	gr. quant.
BLIGNY.	— Landragin	190	0.25	32.17	0	0	770	0	0	0
"	— P. Diony	88	11.05	55.57	50 ^m	4 ^m	15.000	100	présence	gr. quant.
SARCY.	— Leblanc	102	0.45	14.62	0	0	320	0	0	0
"	— Rillet	140	3.00	301.27	traces	traces	9.000	60	0	présence
POILLY.	— Desforges	128	0.35	14.62	0	0	290	0	0	0
"	— Primeaux	134	7.95	146.25	traces	0.65	10.400	130	présence	présence
FAVEROLLES.	— Platteau	187	1.30	81.89	0	0	900	0	0	0
"	— Lelarge	175	1.75	394.87	traces	traces	6.500	40	0	présence
SAVIGNY.	— Latour	156	0.90	23.40	0	0	310	0	0	0
"	— Humbert	223	1.60	149.10	présence	0.1	12.400	59	présence	présence
SERZY.	— Denais	166	1.35	105.20	0	0	1.000	5	0	0
"	— Coizy	175	4.10	503.50	traces	0.01	13.200	70	présence	présence
CRUGNY.	— Laplanche	185	1.50	58.50	0	0	480	0	0	0
"	— Ecole	191	3.30	257.40	traces	0.01	10.800	45	présence	présence

d'eau les moins contaminés et d'éviter la propagation des maladies d'origine hydrique d'autant plus redoutables qu'elles atteindraient des populations très éprouvées pendant la guerre et vivant dans des conditions précaires d'existence.

Quand on considère l'état de ces puits on ne peut être surpris du grand nombre de ceux qui sont contaminés, mais plutôt qu'ils ne le soient pas tous. D'autant plus que les causes habituelles de pollution sont nombreuses dans les villages et même les petites villes. Les fosses d'aisances et les fosses à purin non étanches, sont souvent établies à proximité des puits ; les eaux météoriques lavent les fumiers et les immondices et s'infiltrant directement dans les puits insuffisamment protégés. Les seaux ou récipients divers servant à puiser l'eau sont trop fréquemment malpropres et en agitant l'eau et la vase du fond déterminent une pollution fréquente et répétée.

Les puits, constamment situés au milieu des agglomérations, n'atteignent pas toujours la nappe phréatique et sont quelquefois approvisionnés exclusivement par des eaux superficielles ou de ruissellement fortement polluées.

Toutes ces contaminations nous ont été signalées par une forte proportion de matières organiques, de chlore, de nitrites et surtout par un nombre énorme de microbes où nous trouvons le *Bactérium Coli*, les germes putrides, indoligènes et anaérobies parmi lesquels se rencontrent des espèces pathogènes.

L'étude de la nappe phréatique et surtout l'examen bactériologique nous ont permis de rencontrer exceptionnellement un certain nombre de puits suffisamment protégés naturellement ou artificiellement ayant une eau relativement salubre.

Les puits contaminés ont été curés, remis en état, désinfectés ; mais les meilleurs résultats ont été fournis par les puits forés installés soigneusement et le plus loin possible des habitations. Ces puits tubulaires, instantanés et très économiques sont constitués par des tubes de fer, perforés à leur base et enfoncés dans le sol jusqu'à la nappe phréatique ; ils sont munis d'une pompe et ils évitent la pollution de la nappe par les eaux de surface s'introduisant par l'ouverture des puits ordinaires ou s'infiltrant entre les interstices de la maçonnerie. Les puits forés ont une eau généralement bonne alors que les anciens puits ordinaires, alimentés à la même nappe avaient des eaux polluées.

Nous avons visité 259 communes, prélevé des échantillons de 3.021 points d'eau dont 2.469 puits. L'analyse chimique et surtout l'examen bactériologique nous ont indiqué que 946 puits avaient une

PUITS DE LA VALLÉE DE LA SUIPPE

LOCALITÉS	PRÉLÈVEMENTS	EN MILLIGRAMMES PAR LITRE					PAR CENTIMÈTRE CUBE				
		DÉRÉ Alcali- Métrique	MATIÈRES organiques O. absorbé	CHLORURE en Na. cl.	AZOTE en N. H. ³	Nitrate en N ² . O ³ .	CERMES aérobies	COLONIES liquéfiantes	BACTERIUM Coli	CERMES ludorigènes	CERMES anaérobies
St-HILAIRE-le-G.	Puits Hennequin ...	130	0.65	20.47	0	0	860	0	0	0	0
"	— Mairie	200	1.50	152.10	présence	0.50	11,200	120	présence	présence	présence
VADESINCOURT.	— Tartard	150	0.45	17.55	0	0	680	0	0	0	0
"	— Ecole	190	6.35	327.04	présence	2 millig.	18,000	150	gr. quant.	présence	gr. quant.
St-HILAIRE-le-P.	— Corneille	88	0.50	11.70	0	0	270	0	0	0	0
"	— Buiron	112	3.80	146.25	présence	4 millig.	6,800	100	gr. quant.	gr. quant.	gr. quant.
BÉTHENIVILLE.	— Oudin	96	0.40	11.70	0	0	390	0	0	0	0
"	— Corvisier	150	1.35	102.37	traces	0.05	2,240	60	0	0	présence
PONTFAVERGER.	— P. Centre sanit.	116	0.90	11.70	0	0	240	0	0	0	0
"	— Carrangeau ...	130	1.95	96.52	traces	0.05	20,000	400	gr. quant.	gr. quant.	gr. quant.
SELLES.	— Monteuillard ..	190	1.00	35.10	0	0	700	0	0	0	0
"	— Rossignon	195	1.90	90.67	traces	0.01	4,800	80	0	0	présence
WARMERIVILLE.	— Simonet	115	0.55	11.70	0	0	420	0	0	0	0
"	— Perotin	240	12 ^m	450.45	100 ^m	2 ^m	25,000	500	gr. quant.	gr. quant.	gr. quant.
BAZANCOURT.	— de la canalisation.	120	0.50	23.40	0	0	260	0	0	0	0
"	— Cité Renault ...	160	2.20	122.80	traces	traces	2,300	40	0	0	présence
BOULT-à-SUIPPE.	— Mairie	104	0.95	17.55	0	0	490	0	0	0	0
"	— Bouteau	175	2.25	140.40	traces	traces	3,400	30	0	0	présence
AUMÉNANCOURT.	— Garret	84	0.65	38.02	0	0	380	0	0	0	0
"	— Paquet	148	2.90	234.00	traces	0.05	12,000	90	présence	présence	présence

eau potable, 568 une eau suspecte, et 955 une eau fortement contaminée.

Ne pouvant indiquer tous les résultats de ce grand nombre d'analyses, nous avons groupé dans les tableaux suivants les points d'eau par région, en choisissant les eaux les meilleures et les eaux les plus polluées, ce qui indique le degré de contamination des puits dans chaque localité.

Un tableau spécial est réservé aux puits forés, donnant également les résultats analytiques d'un ancien puits voisin s'alimentant à la même nappe, afin de montrer les excellents résultats fournis par ce procédé très recommandable dans les terrains faciles à perforer comme les plaines alluvionnaires.

PUITS DE LA VALLÉE DE LA VESLE

— 75 —

LOCALITÉS		PRÉLÈVEMENTS	EN MILLIGRAMMES PAR LITRE					PAR CENTIMÈTRE CUBE				
			Degré Alcali- Métrique	MATIÈRES organiques O. absorbé	CHLORURE en Na. Cl.	AZOTE		GERMES aérobies	COLONIES liquéfiantes	BACTÉRIUM Coli	GERMES indoligènes	GERMES anaérobies
SEPT-SAULX.		<i>Puits Colmar-Chauffert</i>	118	0.40	23.40	néant	néant	260	néant	néant	néant	
"		— <i>Mignot</i>	187	4.55	117.00	présence	0.01	6800	80	présence	présence	
COURMELOIS.		— <i>Lapie Maire</i> ...	143	0.55	46.80	0	0	460	0	0	0	
"		— <i>du Garde</i>	129	4.60	134.55	présence	traces	2570	45	0	présence	
SILLERY.		— <i>Lallemant</i>	105	0.55	23.40	0	0	380	6	0	0	
"		— <i>Lobet</i>	133	5.60	286.60	présence	1. m	4900	50	présence	présence	
TAISSY.		— <i>Leclerc-Boucher</i>	112	0.45	23.40	0	0	290	0	0	0	
"		— <i>Rousseau Alc.</i> ..	280	8.45	2340.00	gr. quant.	2. m	45800	200	gr. quant.	gr. quant.	
St LÉONARD.		— <i>Leclerc</i>	127	0.45	23.40	0	0	300	0	0	0	
"		— <i>Hubiche</i>	153	2.85	122.85	traces	0.1	7600	60	présence	présence	
St BRICE.		— <i>Chamelot</i>	108	0.50	26.32	0	0	160	0	0	0	
"		— <i>Blociau</i>	145	1.90	213.52	traces	0.01	3700	10	0	présence	
CHAMPIGNY.		— <i>Blondin</i>	130	0.30	23.40	0	0	420	0	0	0	
"		— <i>P. Vve Soyier</i> ..	195	1.45	155.02	100. m	0.1	9800	70	présence	présence	
MUIZON.		— <i>Fontaine</i>	214	1.05	46.80	traces	0	1220	12	0	0	
"		— <i>Soibinet</i>	230	3.00	409.50	"	0.01	12600	90	présence	gr. quant.	
BREUIL-SUR-VESLE.		— <i>Dufau</i>	104	0.40	17.55	0	0	240	0	0	0	
"		— <i>Léger Victor</i> ...	208	3.35	93.60	traces	0.01	9200	55	présence	présence	
COURLANDON.		— <i>Hautenin</i>	138	0.85	96.52	0	0	560	0	0	0	
"		— <i>Bertrand</i>	206	1.80	339.45	20. m	0.1	7100	60	présence	présence	

COMPARAISON ENTRE LES Puits FORÉS & LES Puits ORDINAIRES.

LOCALITÉS		PRÉLÈVEMENTS		EN MILLIGRAMMES PAR LITRE										PAR CENTIMÈTRE CUBE					
				Degré Alcali- Métrique	MATIÈRES organiques O. absorbé	CHLORURE en Na. Cl.	AZOTE				GERMES aérobies	COLOMBES liquéfiantes	BACTÉRIUM Coli	GERMES indigènes	GERMES anaérobies				
							en N. H ^o .	nitrux en N ^o . G ^s .											
CHAMPIGNY.	P. foré Blondin	130	0.30	23.40	0	0	0.50	240	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Malicé	196	2.65	239.85	traces	0	0	7800	60	présence	présence	présence	présence	présence	présence				
St LÉONARD.	P. foré Vieille	130	0.45	29.25	0	0	0	430	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Hubiche	153	2.85	122.85	traces	0.10	0	6200	50	présence	présence	présence	présence	présence	présence				
TAISSY.	P. foré Tritant	145	0.60	23.40	0	0	0	540	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Rousselle ..	170	6.15	318.82	traces	0.10	0	8300	65	présence	présence	présence	présence	présence	présence				
SILBERRY.	P. foré Cité ouvrière.	119	1.05	38.02	0	0	0.01	610	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Strabach	165	2.35	239.85	0	0.01	0	7600	80	présence	présence	présence	présence	présence	présence				
SEPT-SAULX.	P. foré Jacquet	111	0.15	11.70	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Mignot	187	4.55	117.00	traces	0.01	0	5800	60	présence	présence	présence	présence	présence	présence				
PUISIEUX.	P. foré Ecole	138	0.30	23.40	0	0	0	540	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Douet	180	3.45	193.05	présence	0.01	0	3900	40	présence	présence	présence	présence	présence	présence				
BETHENVILLE.	P. foré 1 ^{er}	120	0.25	11.70	0	0	0	270	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Roux	172	2.80	90.67	traces	0.10	0	2100	25	0	0	0	0	0	0				
SELLES.	P. foré Desforges F. .	96	0.85	20.47	0	0	0	430	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Desforges Elie	130	1.20	58.50	traces	traces	0	1240	5	0	0	0	0	0	0				
WARMERVILLE.	P. foré Gaidoz	118	0.25	17.55	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Rossignon ...	154	6. m	289.57	présence	0.50	0	9100	90	présence	présence	présence	présence	présence	présence				
AUMÉNANCOURT.	P. foré Luquet	84	0.65	38.02	0	0	0	380	0	0	0	0	0	0	0				
»	P. ord. Job.	170	2.90	125.77	traces	0.05	0	12000	100	présence	présence	présence	présence	présence	présence				

CONCLUSIONS TECHNIQUES

L'examen bactériologique des eaux fut, il y a quelques années, en grand honneur ; malheureusement la microbiologie était encore trop récente pour tenir toutes les espérances que cette science avait laissé entrevoir. Ses adeptes avec la fougue et la foi des néophytes avaient été jusqu'à nier toute utilité à l'analyse chimique et poussant prématurément un cri de victoire ne considéraient qu'avec dédain les travaux des chimistes.

Ceux-ci, profitant des erreurs que fit commettre un enthousiasme irréfléchi par suite des difficultés énormes dues aux connaissances insuffisantes d'une science en enfance, déterminèrent une réaction qui faillit être funeste à l'examen bactériologique et le faire tomber en désuétude.

Les arguments par trop exagérés et souvent mal fondés, des adversaires de la bactériologie et d'autre part, les progrès considérables de la nouvelle science ont permis de la replacer au rang primordial qu'elle doit avoir.

Nous ne voulons pas prendre parti dans cette querelle et nous estimons que dans la recherche si difficile, si délicate et si redoutable de la potabilité des eaux, nous ne devons rien négliger et nous servir de toutes les garanties que la science met à notre disposition. Nous avons cherché à mettre en évidence les renseignements précieux que nous a fournis la bactériologie sans la considérer comme un succédané de la chimie.

Nous avons apprécié les renseignements précieux que donne l'analyse chimique sur la contamination des eaux ; mais nous avons dû reconnaître qu'elle ne peut garantir leur pureté et nous fixer sur le rôle étiologique de l'eau dans la transmission des maladies épidémiques.

Il est certain qu'une eau très impure chimiquement est très riche en microorganismes ; mais une eau chimiquement pure peut contenir un grand nombre de bactéries et l'eau distillée elle-même n'est pas à l'abri d'une végétation abondante d'infiniment petits.

Dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 18 janvier 1892, M. VIRON a fait une étude très intéressante sur les bactéries

chromogènes se développant dans les eaux distillées des laboratoires. En secrétant des substances colorantes, elles teintent les eaux en jaune, en vert brun, en jaune verdâtre fluorescent et quelques-unes de ces substances sont même très toxiques.

Il est donc un fait établi que toutes les eaux, même les eaux distillées, peuvent accidentellement être l'habitat et le véhicule d'un grand nombre de microbes et même de germes pathogènes.

Notre travail ayant pour but de déterminer la salubrité des eaux destinées à la boisson dans une partie de nos régions dévastées, nous avons toujours fait l'analyse chimique et nous nous sommes servi de ses renseignements très utiles et quelquefois probants ; mais souvent insuffisants et seul l'examen bactériologique nous a permis d'indiquer la réelle pureté de l'eau vraiment potable.

Dans les 259 communes que nous avons visitées nous avons effectué 3.021 prélèvements, dont 2.469 échantillons d'eau de puits et 552 d'eau de sources et de canalisations.

Sur ce grand nombre d'analyses nous avons choisi, parmi tant d'autres, deux cas typiques de contaminations dangereuses mis en évidence par l'examen bactériologique et que ne nous avait pas révélé l'analyse chimique, nous les avons précédemment expliqués en détail.

D'ailleurs le dosage des principaux éléments chimiques considérés comme un indice de pollution ne constituent pas toujours un renseignement certain. Ainsi on estime généralement que les eaux chargées en matières organiques sont aussi les plus riches en microbes, qui trouveraient dans les eaux une nourriture abondante et facile à assimiler. En théorie c'est exact et cependant nos recherches coïncidant avec celles de BONJEAN nous ont montré que près de 20 % de ces eaux ayant à peine 1 milligr. de matières organiques par litre étaient contaminées par une flore microbienne renfermant souvent des espèces pathogènes.

Par contre, nous avons reconnu que 2 % des eaux contenant des nitrites étaient bactériologiquement non dangereuses.

Les chlorures, souvent considérés comme étant le critérium de la pollution, ne nous ont pas toujours donné de résultats probants et nous avons trouvé des eaux contenant plus de 50 milligr. qui étaient cependant potables.

Ainsi l'analyse chimique nous a donné quelquefois des renseignements aléatoires sur l'origine suspecte des eaux, il en est autrement de l'examen bactériologique.

Une eau contenant les bactéries de la fièvre typhoïde, les vibrions du choléra ou les microbes déterminant une maladie infec-

tieuse doit être rigoureusement condamnée et supprimée de la consommation.

Cependant ces différents microbes, ne portant pas un costume spécial, ne se retrouvent pas facilement ; mais nous possédons un certain nombre de réactifs comme le *Bactérium coli commune*, les germes anaérobies et ceux produisant de l'indol, qui nous permettent de considérer comme très probable une contamination dangereuse.

La bactériologie n'a pas dit son dernier mot et les découvertes se succèdent ; le moment n'est peut-être pas lointain où l'examen microbiologique nous renseignera d'une façon complète et suffisante sur la qualité hygiénique des eaux d'alimentation.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le but de notre étude, sur les eaux potables du département de la MARNE, est la recherche des eaux salubres devant approvisionner les populations si éprouvées de notre région dévastée et sa distribution en quantité suffisante pour répondre aux nécessités de l'alimentation et de l'hygiène. En nous servant des ressources que la science met à notre disposition, nous nous sommes efforcés de lutter contre les dangers qui menaçaient la santé publique et nous avons considéré nos recherches sur la pureté du liquide si indispensable, comme un élément de prolongation de la vie humaine et de protection contre les maladies.

L'étude géologique du sol, l'analyse chimique et l'examen bactériologique de 3.000 points d'eau, nous permettrons de formuler quelques conclusions générales :

1° AVANTAGE DES CANALISATIONS.

Beaucoup trop de localités sont alimentées exclusivement par l'eau de puits et nos résultats analytiques indiquent combien est condamnable, au point de vue hygiénique, l'alimentation par les puits situés au milieu d'agglomérations. Quand on examine ces puits,

on remarque que la plupart n'ont aucune protection intérieure, les margelles sont inexistantes ou mal jointes et laissent libre passage aux eaux résiduelles et superficielles ayant lavé les fumiers ou les immondices de toutes sortes.

Cependant les populations habitant les terrains tertiaires ont ou peuvent avoir à proximité des sources peu abondantes, mais nombreuses, fournissant une eau qui, bien captée, serait excellente, et un gros effort serait à faire pour doter les agglomérations rurales de canalisations d'eau reconnue irréprochable.

Dans le terrain crétacé de la plaine de Champagne, les sources sont rares ; mais pour les localités se trouvant situées près des cours d'eau, il y aurait intérêt à utiliser ces eaux par un captage en amont et après filtration et épuration.

Enfin dans les terrains peu compacts ou d'alluvions, les puits forés devraient être employés de préférence aux puits ordinaires et éloignés des habitations.

2° MESURES ADMINISTRATIVES.

Il est suffisamment démontré que les épidémies massives proviennent de l'eau de boisson et, par la loi sanitaire du 15 février 1902, la France a montré au monde entier l'importance des mesures hygiéniques, le plus bel éloge de cette loi en a été fait par l'Allemagne dont le règlement est absolument conforme à l'esprit du règlement français et l'article 10 concernant le captage et la protection des sources est même spécifié en français.

Les articles 23 et suivants concernant l'alimentation de l'eau indiquent les conditions hygiéniques nécessaires pour protéger les points d'eau et en particulier les puits, si ces prescriptions étaient bien observées et rendues obligatoires, l'état sanitaire de bien des régions serait complètement transformé.

Malheureusement, l'absence totale de sanctions caractérise cette loi et ce ne sont pas ses seules lacunes et nous considérons que, suivant en cela l'exemple de l'Espagne, un service d'inspection devrait surveiller les tavernes, cafés, buvettes, brasseries, hôtels, restaurants, fabriques d'eaux gazeuses et de boissons rafraichissantes, où des prélèvements fréquents devraient être effectués.

Une surveillance incessante des canalisations des petites villes et des villages est d'autant plus indispensable que ni les municipalités, ni les particuliers ne veulent avouer l'insalubrité de leur localité et que les médecins ne déclarent pas toujours les maladies épidémiques et contagieuses.

Des sanctions seraient d'autant plus utiles que trop souvent, dans le pays de PASTEUR, l'intérêt particulier fait obstacle à l'hygiène générale.

3° IMPORTANCE DES DOSSIERS SANITAIRES.

Le grand nombre d'analyses que nous avons effectuées nous a permis de grouper des renseignements qui auront une grande utilité pour la défense de la santé publique.

Chaque point d'eau, source, fontaine, canalisation ou puits est pourvu d'une fiche qui nous fournit un dossier sanitaire pour chaque commune. Ces renseignements complétés continuellement et mis au point, vont nous permettre d'établir une carte sanitaire du département.

Les documents indiquant la qualité de l'eau de boisson et l'état de salubrité des périmètres de protection, donneront une grande facilité à la surveillance hygiénique et signaleront les régions où cette surveillance doit s'exercer d'une manière plus rigoureuse et plus fréquente.

Vu, bon à imprimer

Le Président de la Thèse,

RADAIS.

Vu

Le Doyen de la Faculté,

H. GAUTIER.

Vu et permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris,

P. APPELL.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AUMONIER et ECH. — *Notice sur la constitution géologique de la Montagne de Berru* (Reims, 1873).
- AUMONIER et LEMOINE. — *Terrains tertiaires des environs de Reims* (Ass. Fr., Congrès de Reims, 1880).
- BARROIS. — *La zone à Belemnites plenus*.
- BAUCHER F. — *Analyse chimique et bactériologique des eaux potables et minérales* (Vigot, 1904).
- BERTHELIN. — *Coup d'œil sur la faune rhizopodique du calcaire grossier inférieur de la Marne* (Ass. Fr., Congrès de Reims, 1880).
- BESSON. — *Technique microbiologique*.
- DE BOISSY. — *Description des coquilles fossiles du calcaire lacustre de Rilly-la-Montagne* (Mém. de la Soc. Géol. de Fr. 1846).
- BUVIGNIER. — *Carte géologique de la Marne au 1/80.000^e*, 1854).
- Colonel BOISNIER. — *L'eau dans la Champagne puvilleuse* (Dumas, Paris, 1920).
- BONJEAN et OGIER. — *Le sol et l'eau* (Baillière, 1906).
- Carte géologique de France au 1/80.000^e*, (feuilles de Bar-le-Duc, Châlons, Reims).
- CHANTEMESSE. — *Non identité du B. Coli et du B. d'Eberth* (Bulletin méd. Décembre 1909).
- CHANTRIOT. — *La Champagne, Etude de géographie régionale* (Berger-Levrault, Nancy, 1906).
- DANÉ. — *L'eau potable publique et privée* (Toulouse, 1911).
- DAUBRÉE. — *Disposition des eaux souterraines dans la région du Camp de Châlons*.
- DENIGÈS. — *Recherche de l'indol ; différenciation du scatol et de l'indol*. (Bulletin des Sciences chimiques, 20 juin 1908).
- G. DOLLFUS. — *Note sur une nouvelle coupe observée à Rilly-la-Montagne*. (Ann. de la Soc. Géol. du Nord, 1876).

- G. DOLLFUS. — *Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris*. (Bull. des serv. de la carte géol. de Fr. 1890).
- Ch. DOPTER et E. SACQUÉPÉE. — *Précis de Bactériologie*. (Baillière).
- DUCLAUX. — *Moyen d'examen des eaux potables* (A. I. P. 1894).
- DUCLAUX. — *Rapport sur les enquêtes concernant l'eau des sources de Paris*. (A. I. P. 1900).
- DROUET. — *Description géologique du département de la Marne*.
- ECH. — *Sur les sables blancs et les marnes lacustres de Rilly-la-Montagne* (Bull. de la Soc. géol. de Fr. 1877).
- FARCY. — *Sur une modification du procédé Grandval et Lajour pour le dosage des nitrates dans les eaux chargées en chlorures* (Bull. Sciences Chim., décembre 1909).
- GAUTIÉ Albert. — *Sur la détermination quantitative du B. Coli dans les eaux d'alimentation*. (Ann. Inst. Pasteur, Février 1905).
- HEBERT. — *Aperçu géologique sur la succession et le mode de formation des couches éocènes du bassin de Paris* (Bull. de la Soc. géol. de Fr. 1849).
- HEBERT. — *Sur une nouvelle extension du bassin de Paris des marnes lacustres et des sables de Rilly-la-Montagne* (Ibid. 1854).
- JADIN et ASTRUC. — *Précis d'hydrologie*. (Maloine 1920).
- H. LABIT. — *L'eau potable et les maladies infectieuses* (Masson Paris 1903).
- A. de LAPPARENT. — *Abrégé de géologie* (Masson 1911).
- L. de LAUNAY. — *Géologie pratique* (Colin 1916).
- J. LAMBERT. — *Etude monographique sur le genre Echinocorys* (Bull. de la Soc. Nat. de Reims, 30 janvier 1904).
- J. LAURENT. — *Sur l'extension de la meulière de Brie et de la craie à Belemnites à l'est du bassin de Paris* (Ibid. 1899).
- J. LAURENT. — *Quelques observations stratigraphiques entre Jonchery et Hervelon* (Ibid. 1896).
- J. LAURENT. — *Les sources de Fléchambault* (Ibid. 1898).
- J. LAURENT. — *Le régime de la nappe d'eau souterraine à Reims* (Ibid. 1898).
- J. LAURENT. — *La spéléologie dans la Montagne de Reims* (Ibid. 1899).
- J. LAURENT. — *Etudes scientifiques sur le pays rémois* (Reims 1907 Matot-Braine).

- H. LAJOUX et GRANDVAL. — *Nouveau procédé pour la recherche et le dosage rapide de faibles quantités d'acide nitrique dans l'air, l'eau et le sol, etc.* (C. R. de l'Ac. des Sc. 1885, C I. p 62).
- H. LAJOUX. — *Rapport sur les eaux qui alimentent la ville de Reims et sur celles que l'Administration a le projet de faire capter* (Reims, 1888).
- H. LAJOUX. — *L'eau potable* (Reims, Michaud, Edit., 1900).
- V. LEMOINE. — *Aperçu sur la formation géologique qu'on peut observer dans les environs de Reims* (Not. sur Reims, Congrès de l'Afas, 1880).
- V. LEMOINE. — *Le conglomérat de Cernay et la faune cernaysienne* (Ass. Fr., Congrès de Reims, 1880).
- V. LEMOINE. — *Sur l'ensemble des recherches paléontologiques faites dans les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims* (C. R., Ass. des Sc., 1887).
- M. LERICHE. — *Sur l'âge des sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay* (Bull. Soc. Géol. de Fr., 1904).
- M. LERICHE. — *Observations sur la classification des assises paléocènes et éocènes du bassin de Paris* (Ann. Soc. Géol. du Nord, 1905).
- Ch. LIOUST. — *Étude des eaux de la Champagne Pouilleuse par la méthode des Chlorures* (Roche, Neuilly-sur-Seine 1917).
- F. MALMEJAC. — *L'eau dans l'alimentation* (Alcan, Paris, 1902).
- E.-A. MARTEL. — *Le sol et l'eau* (J.-B. Baillière, 1906).
- E.-A. MARTEL. — *Sur la rivière souterraine de Trépail* (C. R. de l'Acad. des Sciences, 16 juin 1902).
- MATHIEU Eugène. — *Nappe aquifère souterraine de la vallée de la Vesle* (Ass. Fr., Congrès de Reims, 1907).
- MIQUEL et LÉVY. — *Annuaire de l'Observatoire municipal de Paris* 1900.
- MOSNY. — *La protection de la santé publique.*
- MUNIER-CHALMAS. — *Notes préliminaires sur les assises montiennes du bassin de Paris* (Bull. de la Soc. Géol. de Fr. 1897).
- PARAMELLE. — *L'art de découvrir les sources.*
- PÉRÉ. — *Sur un nouveau procédé de recherches des microbes dans les eaux* (Journal de Phar. et de Chim. tome XXIII, juin 1891).

- PÉRÉ. — *Contribution à l'étude des eaux d'Alger* (A. I. P. 1891).
- PÉRON. — *Sur une coupe de la montagne de Reims au-dessus du tunnel de Rilly*. (Ass. Fr., Congrès de Reims, 1880).
- PÉRON. — *Sur l'origine des cours d'eau de la Champagne septentrionale* (Ibid. 1880).
- PESTRE. — *Les sources du Perthois* (Soc. des Sc. de Vitry-le-François, 1868).
- POUCHET et BONJEAN. — *Contribution à l'analyse des eaux potables*. Ann. d'Hyg. Publique et de Méd. légale, Février 1897).
- POUGET. — *Sur le dosage des azotites et des azotates par le réactif sulfophénique* (Bul. de la Soc. chim. de Fr., Juin 1910).
- PORCHET et PANISSET. — *Recherches de petites quantités d'indol*. (Ibid. 1910).
- RÉMY. — *Procédé nouveau pour déceler le Bac d'Eberth dans les selles et les eaux* (Ann. Inst. Past).
- RÉMY. — *Antagonisme entre le B. Coli et le B. Typhique* (Ibid. 1920).
- RÉMY. — *Impossibilité d'isoler par les méthodes actuelles, le B. typhique en présence du B. Coli* (Ibid.).
- RONDOT Natalis. — *Etude géologique du pays de Reims* (Ann. de l'Acad. de Reims 1843).
- ROUX Gabriel. — *Précis d'analyse microbiologique des eaux* (J.-B. Baillière, Paris, 1892).
- RONCHÈZE. — *Dosage de NH^3 dans les eaux* (Bulletin Soc. Chim. de Fr., 1908).
- THOMOT. — *Les sources de la craie et la fièvre typhoïde* (Presse Med., 14-2-1900).
- VINCENT H. — *Sur la signification du B. Coli dans les eaux potables* (Ann. Inst. Pasteur, 25-4-1905).
- VINCENT H. — *Technique de l'isolement et du dénombrement du B. Coli* (Ann. Inst. Pasteur, 25 avril 1905).
-

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
--------------------	---

Première Partie (Généralités)

CHAPITRE I

Aspect géographique du département de la Marne	5
--	---

CHAPITRE II

Esquisse géologique	9
---------------------------	---

CHAPITRE III

Régime des eaux souterraines	17
------------------------------------	----

CHAPITRE IV

Historique de l'étude analytique des eaux	23
Analyse chimique	24
Méthodes analytiques	26

CHAPITRE V

Examen bactériologique	31
Analyse quantitative. Numération des germes aérobies	31
Analyse qualitative. Isolement des espèces pathogènes.....	32
Recherche des germes anaérobies	34
Recherche des germes indoligènes	34

CHAPITRE VI

Interprétation des résultats analytiques	37
--	----

CHAPITRE VII

Importance de l'examen bactériologique	41
Signification du B. COLI et de ses satellites	43

Deuxième Partie (Applications)

CHAPITRE I

Les eaux alimentant la ville de REIMS	49
---	----

CHAPITRE II

Rivière souterraine de Trépail	55
--------------------------------------	----

CHAPITRE III

Canalisations et sources	58
Sources de la Montagne de REIMS (versant septentrional)..	58
Sources de la Montagne de Reims (versant oriental)	60
Sources du TARDENOIS	62
Sources du SOISSONNAIS et du Massif de SAINT-THIERRY	64

CHAPITRE IV

Sources et rivières de la Champagne Pouilleuse	67
--	----

CHAPITRE V

Les puits en Champagne dévastée	70
Puits de la vallée de l'ARDRE	71
Puits de la vallée de la SUIPPE	73
Puits de la vallée de la VESLE	75
Comparaison entre les puits forés et les puits ordinaires ...	76

CHAPITRE VI

Conclusions techniques	79
Conclusions générales	81
1° Avantages des canalisations	81
2° Mesures administratives	82
3° Importance des dossiers sanitaires	83

CHAPITRE VII

Index bibliographique	85
-----------------------------	----



